



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013







# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento Nº1: Memoria

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013

## INDICE

1.1	INTRODUCCIÓN .....	8
1.1.1	OBJETO DEL PROYECTO.....	9
1.1.2	ALCANCE DEL PROYECTO. ....	9
1.1.3	ANTECEDENTES. ....	9
1.1.4	DESCRIPCIÓN DEL LOCAL Y CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN. ....	9
1.1.5	ACTIVIDAD DE LA EMPRESA. ....	10
1.1.6	LEGISLACIÓN APLICABLE. ....	10
1.1.7	BIBLIOGRAFÍA.....	11
1.1.8	REQUISITOS DE DISEÑO. ....	11
1.1.8.1	EMPLAZAMIENTO.....	11
1.1.8.2	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES. ....	11
1.1.8.3	DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA. ....	11
1.1.8.4	DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.....	12
1.1.8.5	DESCRIPCIÓN DE LAS OFICINAS.....	12
1.1.8.6	DESCRIPCIÓN DEL ALMACEN.....	13
1.1.8.7	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MANTENIMIENTO.....	13
1.1.9	OTROS DATOS DE INTERES.....	14
1.1.10	SUMINISTRO DE ENERGÍA. ....	14
1.2	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN .....	15
1.2.1	INTRODUCCIÓN.....	16
1.2.2	TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCION.....	16
1.2.3	ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESCOGIDO .....	19
1.3	ILUMINACIÓN.....	20
1.3.1	INTRODUCCIÓN .....	21
1.3.2	CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.....	21
1.3.3	PROCESO DE CÁLCULO .....	23
1.3.4	INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA .....	24
1.3.5	FIJACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN .....	24
1.3.6	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA ....	25
1.3.6.1	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN .....	25
1.3.6.2	TIPOS DE LÁMPARAS.....	27
1.3.6.3	TABLA DE CARACTERÍSTICAS .....	30

1.3.7	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO .....	33
1.3.7.1	Factor de mantenimiento bueno .....	33
1.3.7.2	Factor de mantenimiento medio .....	33
1.3.7.3	Factor de mantenimiento malo .....	33
1.3.8	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LOCAL .....	33
1.3.9	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN .....	34
1.3.10	CÁLCULO DEL FLUJO A INSTALAR .....	37
1.3.11	CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS .....	37
1.3.12	COMPROBACIÓN DEL NÚMERO DE LÁMPARAS CALCULADAS .....	38
1.3.13	DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS .....	39
1.3.14	JUSTIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS Y LUMINARIAS EMPLEADAS .....	40
1.3.14.1	ALUMBRADO INTERIOR .....	40
1.3.14.2	ALUMBRADO EXTERIOR. ....	43
1.3.14.2.1	Introducción .....	43
1.3.14.3	ALUMBRADOS ESPECIALES: Alumbrado de Emergencia y Señalización. ....	44
1.3.14.3.1	Introducción .....	44
1.3.14.3.2	Alumbrado de emergencia .....	44
1.3.14.3.3	Alumbrado de señalización .....	45
1.3.14.4	ELECCIÓN DEL SISTEMA DEL ALUMBRADO ESPECIAL. ....	45
1.3.14.4.1	Introducción .....	45
1.3.14.4.2	Solución empleada .....	46
1.4	DISTRIBUCIÓN INTERIOR .....	51
1.4.1	INTRODUCCIÓN .....	52
1.4.2	FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES. ....	52
1.4.2.1	CALENTAMIENTO. ....	52
1.4.2.2	CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA .....	53
1.4.3	PRESCRIPCIONES GENERALES. (ITC-BT 19) .....	53
1.4.3.1	INTRODUCCIÓN .....	53
1.4.3.2	CONDUCTORES ACTIVOS .....	53
1.4.3.3	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN. ....	54
1.4.3.4	SISTEMAS DE CANALIZACIÓN. ....	55
1.4.3.5	NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS. ....	57
1.4.3.6	RECEPTORES: (ITC-BT 43). ....	57
1.4.3.6.1	Introducción .....	57
1.4.3.6.2	Receptores a motores. (ITC-BT 47) .....	57

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

1.4.3.6.3	Receptores para alumbrado. (ITC-BT 44).....	58
1.4.3.7	CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA: PROCESO.....	58
1.4.3.8	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	59
1.4.3.9	SOLUCIONES ADOPTADAS.....	60
1.4.3.9.1	Conductores.....	60
1.4.3.9.2	Canalizaciones.....	61
1.4.3.9.2.1	Línea general de alimentación.....	61
1.4.3.9.2.2	Canalización general.....	61
1.4.3.9.2.3	Derivaciones.....	61
1.4.3.10	TOMAS DE CORRIENTE.....	62
1.4.3.10.1	Introducción.....	62
1.4.3.10.2	TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE.....	63
1.4.3.10.3	SITUACIÓN Y NÚMERO DE TOMAS DE CORRIENTE.....	63
1.4.3.11	INTERRUPTORES Y CONTACTORES:.....	64
1.5	PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	65
1.5.1	INTRODUCCIÓN.....	66
1.5.2	CUADROS ELÉCTRICOS.....	66
1.5.3	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	66
1.5.3.1	FUSIBLES.....	67
1.5.3.2	INTERRUPTOR DIFERENCIAL.....	67
1.5.3.3	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO.....	67
1.5.4	PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	68
1.5.5	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	68
1.5.6	PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS:.....	69
1.5.6.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS CORTOCIRCUITOS.....	70
1.5.6.2	CONSECUENCIAS DE LOS CORTOCIRCUITOS.....	71
1.5.6.3	CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	72
1.5.6.3.1	Corriente de cortocircuito máxima.....	72
1.5.6.3.2	Corriente de cortocircuito mínima.....	72
1.5.6.3.3	CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS.....	73
1.5.6.4	PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.....	75
1.5.6.4.1	Protección contra contactos directos.....	76
1.5.6.4.2	Protección contra contactos indirectos.....	76
1.5.6.5	CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.....	77
1.5.6.6	COORDINACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS.....	77

1.5.6.7 FILIACIÓN .....	77
1.5.6.8 SELECTIVIDAD.....	77
1.5.6.9 LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.....	78
1.5.6.9.1 Clasificación de los emplazamientos.....	78
1.5.6.9.2 Pasos a seguir para prevenir .....	79
1.5.6.9.3 Solución adoptada.....	80
1.5.6.10 SOLUCIÓN DE PROTECCIÓN .....	80
1.5.6.11 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:.....	81
1.5.6.12 SOLUCIÓN CUADROS AUXILIARES.....	83
1.5.6.12.1 CUADRO AUXILIAR 1 .....	83
1.5.6.12.2 CUADRO AUXILIAR 2: .....	84
1.5.6.12.3 CUADRO AUXILIAR 3 .....	85
1.5.6.12.4 CUADRO AUXILIAR 4 .....	86
1.5.6.12.5 CUADRO AUXILIAR 5 .....	88
1.6 PUESTA A TIERRA .....	91
1.6.1 INTRODUCCIÓN.....	92
1.6.2 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA .....	92
1.6.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA.....	93
1.6.3.1 EL TERRENO.....	93
1.6.3.2 LAS TOMAS DE TIERRA .....	93
1.6.3.2.1 Electrodo .....	93
1.6.3.2.2 Línea de enlace con tierra .....	94
1.6.3.2.3 Punto de puesta a tierra.....	94
1.6.3.3 LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA.....	94
1.6.3.4 LAS DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA .....	94
1.6.3.5 LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN .....	95
1.6.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.....	95
1.6.5 SOLUCIÓN ADOPTADA .....	95
1.7 POTENCIA A COMPENSAR.....	96
1.7.1 INTRODUCCIÓN.....	97
1.7.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA.....	97
1.7.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA.....	98
1.7.3.1 PROCEDIMIENTOS DIRECTOS.....	98
1.7.3.2 PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS .....	98
1.7.4 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN .....	98

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

1.7.4.1	Clasificación por la situación de la compensación .....	98
1.7.4.2	Clasificación por el tipo de condensador .....	99
1.7.5	SOLUCIÓN ADOPTADA .....	99
1.8	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	100
1.8.1	INTRODUCCIÓN .....	101
1.8.2	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	101
1.8.3	TITULAR .....	101
1.8.4	EMPLAZAMIENTO.....	101
1.8.5	CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	101
1.8.6	CARÁCTERÍSTICAS DE LAS CELDAS .....	102
1.8.7	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	102
1.8.7.1	OBRA CIVIL .....	102
1.8.8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	102
1.8.8.1	LOCAL .....	102
1.8.8.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....	103
1.8.8.3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	105
1.8.8.3.1	INTRODUCCIÓN.....	105
1.8.8.3.2	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN .....	105
1.8.8.3.3	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA EN MEDIA TENSIÓN.....	105
1.8.8.4	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN .....	107
1.8.8.5	CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MEDIA TENSIÓN .....	107
1.8.8.6	CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	110
1.8.9	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	111
1.8.9.1	INTRODUCCIÓN .....	111
1.8.9.2	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....	111
1.8.9.3	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO .....	112
1.8.9.4	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	112
1.8.9.4.1	Tierra de Protección .....	112
1.8.9.4.2	Tierra de Servicio.....	112
1.8.10	AISLAMIENTO .....	112
1.8.11	INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	113
1.8.11.1	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	113
1.8.11.2	ILUMINACIÓN.....	113

1.8.11.3	VENTILACIÓN.....	113
1.8.11.4	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	114
1.8.11.5	ELEMENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	114

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Parcela .....	12
Ilustración 2 : Distribución de la nave.....	12
Ilustración 3: Oficina .....	12
Ilustración 4: Tabla 1 .....	13
Ilustración 5 : Mantenimiento .....	13
Ilustración 6 : Esquema TT.....	16
Ilustración 7: Tiempos de interrupción en un esquema TN.....	17
Ilustración 8: Esquema TN-S .....	18
Ilustración 9: Esquema TN-C .....	18
Ilustración 10: Esquema TN-C-S .....	18
Ilustración 11 : Esquema IT .....	19
Ilustración 12: Condiciones de iluminación.....	24
Ilustración 13: Tipos de Lámparas .....	30
Ilustración 14: Ventajas e Inconvenientes .....	32
Ilustración 15 : Índice de local.....	34
Ilustración 16 : Factor de utilización.....	36
Ilustración 17 : Factor de Reflexión.....	37
Ilustración 18 : Bases de toma de corriente I .....	63

## 1.1 INTRODUCCIÓN



### 1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO.

El desarrollo del presente proyecto tiene por finalidad describir la actividad a desarrollar y justificar las soluciones adoptadas para el desarrollo de la instalación en baja tensión de una nave industrial a la cual se adjuntara un centro de transformación., cuya finalidad consistirá en el almacenaje de mercancías.

Es por ello que se redacta el presente proyecto, para que si en un futuro se realizara la instalación, sea según las características técnicas de esta memoria y los planos que le acompañan, se han tomado las medidas oportunas para incrementar al máximo la fiabilidad en su funcionamiento y la comodidad en su uso por parte de los usuarios finales, facilitar la labor al personal encargado de su realización física, empleando materiales y símbolos normalizados.

### 1.1.2 ALCANCE DEL PROYECTO.

El presente proyecto incluirá el cálculo y el diseño de las instalaciones siguientes:

- diseño y cálculo de la iluminación exterior, interior y de emergencia.
- Determinación de la potencia instalada y de la potencia a contratar a la distribuidora eléctrica.
- Cálculo, selección y distribución de los conductores eléctricos utilizados.
- Cálculo, selección y distribución de los cuadros eléctricos.
- Cálculo y selección de las protecciones contra contactos sobrecargas y cortocircuitos,
- Cálculo y selección de puestas a tierra.
- Diseño y cálculo del centro de transformación.
- Cálculo y diseño de batería de condensadores para compensación de energía reactiva.

### 1.1.3 ANTECEDENTES.

La empresa posee una parcela de 1247.4 m<sup>2</sup> en la comarca de Pamplona, más concretamente en el Polígono Industrial de Egües, que se encuentra ubicado en la carretera NA-150 Pamplona-Aoiz (Navarra), donde van a edificar una nave industrial. En dicha parcela también tendrá lugar un aparcamiento para los trabajadores de la empresa, por lo que se tendrá además de los cálculos eléctricos de la nave, se calculará la iluminación exterior necesaria. Debido a que la parcela se encuentra situada en un polígono industrial se tiene suministro eléctrico mediante una línea de media tensión subterránea de la empresa IBERDROLA que pasa por las inmediaciones de la parcela

### 1.1.4 DESCRIPCIÓN DEL LOCAL Y CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La Parcela donde se construirá la Nave Industrial tendrá una superficie útil de 2270 m<sup>2</sup> de los cuales 1247.4 m<sup>2</sup> serán destinados a la superficie útil de la Nave Industrial.

La Nave Industrial estará compuesta por:  
Entreplanta:

- Administración: 15,10 m<sup>2</sup>
- Área de descanso del personal: 11,96 m<sup>2</sup>
- Baño y vestuario personal: 13,46 m<sup>2</sup>
- Aseos Personal: 3,17 m<sup>2</sup>
- Pasillo: 22,00 m<sup>2</sup>

### Planta Baja:

- Distribuidor y escaleras: 6,06 m<sup>2</sup>
- Porche 2: 33,20 m<sup>2</sup>
- Cabina 1: 10,84 m<sup>2</sup>
- Aseo Hombres: 3,32 m<sup>2</sup>
- Aseo Mujeres/Minusválidos: 5,53
- Nave: 352,13 m<sup>2</sup>
- Porche 1: 28,78 m<sup>2</sup>
- Sala de mantenimiento: 11,42 m<sup>2</sup>
- Cabina 2: 10,84 m<sup>2</sup>

### Zona Exterior:

- Centro de Transformación prefabricado: 12,25m<sup>2</sup>, donde se procede a la transformación de la tensión.
- El resto de la nave está dedicado al aparcamiento coches y los muelles para camiones.

### 1.1.5 ACTIVIDAD DE LA EMPRESA.

El proyecto que se pretende construir consta de una nave de logística con una altura interior libre de 9,00 m.

Dicha nave hace la labor de terminal de vehículos pesados, donde los mismos depositan su mercancía para posterior distribución en menor escala, y para esto es necesario un almacén con gran capacidad de almacenaje. La mercancía se desplaza por el interior de la nave gracias a carretillas elevadoras, y un puente grúa.

La distribución en planta se puede observar en la documentación gráfica adjunta.

### 1.1.6 LEGISLACIÓN APLICABLE.

Para la redacción del presente proyecto eléctrico se han tenido en cuenta las siguientes disposiciones legales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el Consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE nº. 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (Instrucciones ITC BT). Orden del 2 de Agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- NBE-CPI/96: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real
- Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria, que establece el nuevo marco jurídico en el que, obviamente, se desenvuelve la reglamentación sobre seguridad industrial.

- Real Decreto 1.4995/1986 de 26 de mayo, por el que se aprueba e Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 830/1.991 por el que se modifica el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (BOE nº 97/23-04-97), por el que se establecen
- Las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Normas UNE

### 1.1.7 BIBLIOGRAFÍA.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Cálculo de instalaciones y sistemas eléctricos Volumen I y II, Ed. Serie Técnica.
- Normas UNE.
- Manual de iluminación PHILIPS (DIALUX).
- Diversos catálogos comerciales.

### 1.1.8 REQUISITOS DE DISEÑO.

#### 1.1.8.1 EMPLAZAMIENTO

La nave industrial se encuentra ubicada en el polígono industrial el Polígono Industrial de Egües, que se encuentra ubicado en la carretera NA-150 Pamplona-Aoiz (Navarra)

Dicha empresa tiene como finalidad el almacenaje de los diferentes productos y muelles de carga y descarga de mercancía. Puesto que es una empresa que va cambiando conforme a las necesidades del mercado, le gustaría poder tener una instalación moderna y flexible para no tener que realizar grandes gastos en modificaciones futuras.

#### 1.1.8.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones estarán diseñadas por un arquitecto, facilitándonos éste los planos de la nave industrial, la distribución de las oficinas, del taller, del almacén y de la zona de mantenimiento.

Las tomas de teléfono, cámara de seguridad, incendios, accesos a la nave, así como la climatización de la nave industrial no serán tema de cálculo de este proyecto.

Puesto que el tema de climatización no es competencia de este proyecto nos pide que tengamos en cuenta que la empresa correspondiente a dicha instalación necesitaría una potencia máxima de 400Kw repartida en dos líneas iguales.

Todos los cálculos de este proyecto vendrán condicionados de que las instalaciones tengan el tamaño, forma y características que a continuación se describen.

#### 1.1.8.3 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.

La parcela donde se va a situar la nave está situada en un polígono industrial. La parcela tiene una superficie total de 2270 m<sup>2</sup>. Está rodeada por dos calles del polígono, pero solamente se tiene acceso desde una de ellas.

El perímetro de la parcela estará cerrado con muros de obra de 1,2 metros de altura y unos veinte centímetros de anchura y con una valla metálica encima de éste.

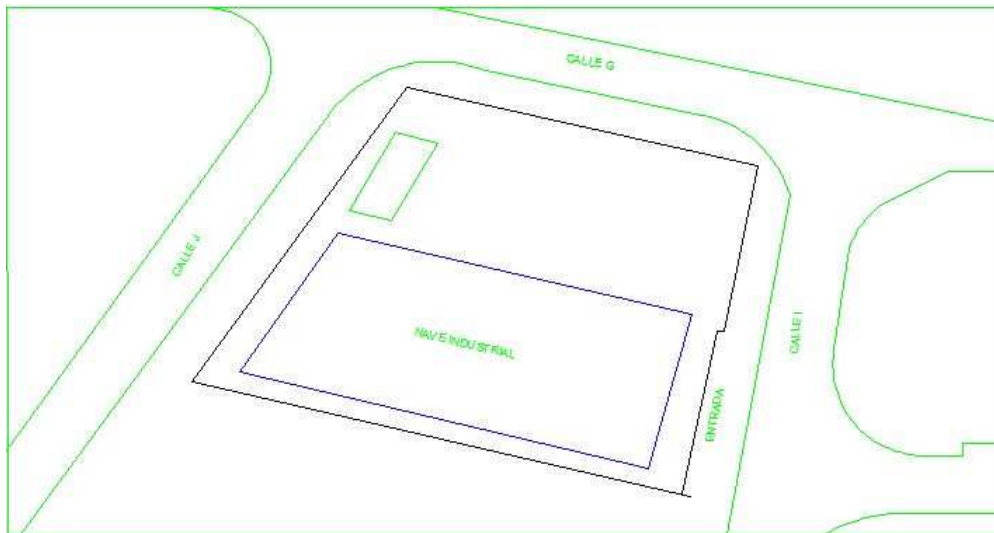


Ilustración 1: Parcela

#### 1.1.8.4 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.

La superficie total de la nave es de 1247.4 m<sup>2</sup> que se reparte en la zona de oficinas, zona de mantenimiento y almacén. Podemos observarlo en la siguiente figura y en el plano 3.

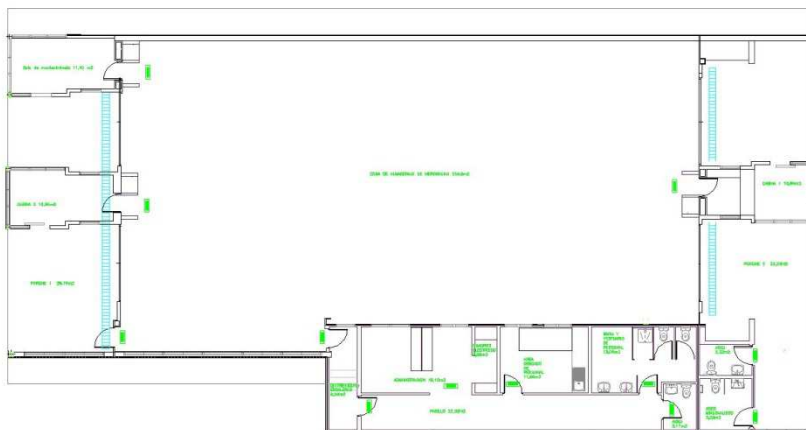


Ilustración 2 : Distribución de la nave.

#### 1.1.8.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OFICINAS.

Dentro de la nave industria hay una zona dedicada a las oficinas de administración. En dicha zona se realizan los trabajos de diseño, cálculos, pedidos, etc. Además encontramos una zona dedicada a los vestuarios, los baños y el área de descanso.

Por otro lado, estará la zona de almacenaje con 2 cabinas encargadas de controlar lo que sucede en el almacén y su correcto funcionamiento y una sala de mantenimiento.

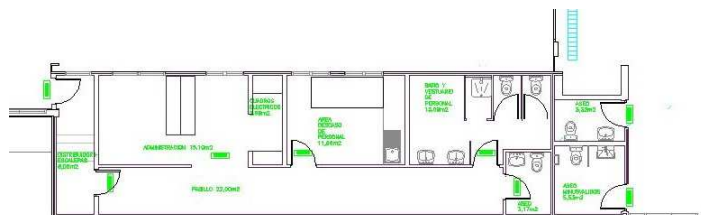


Ilustración 3: Oficina

### 1.1.8.6 DESCRIPCIÓN DEL ALMACEN.

Desde el almacén se tiene comunicación tanto con el exterior, el almacén o las oficinas. Además desde esta zona tenemos acceso a los baños que están situados en la zona de oficinas y en uno de los porches. En la zona de las oficinas encontramos también los vestuarios y una zona de descanso a esta zona se tiene que acceder a través de unas escaleras.

Podemos diferenciar dos zonas de trabajo. La primera es en la que se encuentran las estanterías para el almacenamiento de los elementos. La segunda zona es la de expediciones, es decir, donde se preparan los pedidos para mandarlos a los clientes. Se consideran las dos zonas independientes puesto que no tienen que estar necesariamente ambas zonas trabajando simultáneamente

Puesto que dentro del objetivo de este proyecto no se encuentra el montaje de las líneas de producción, necesitamos conocer que potencia eléctrica va a necesitar cada zona de trabajo. Estos datos nos los facilita la propiedad y son los que tenemos en cuenta a la hora realizar los cálculos. Esta información la podemos observar en la Tabla 1

NUMERO	MAQUINA	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
1.	Carga Baterías	1	22.4
2.	Puerta corredera	1	1,80
3.	Puente grúa	1	5,50
4.	Aire acondicionado	5	4.6
5.	Empaquetadora	1	5,00
6.	Báscula	1	5,00
7.	Barreras	2	1,60

Ilustración 4: Tabla 1

La distribución de los cables desde las protecciones de las maquinas hasta éstas no está contemplada en este proyecto debido a que será la empresa correspondiente al montaje de las líneas la que se ocupará de la labor.

### 1.1.8.7 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MANTENIMIENTO.

A la zona de mantenimiento se tiene acceso desde el taller y desde el exterior. No diferenciamos zonas de trabajo pero sí que tenemos que tener en cuenta que necesitaremos una amplia disponibilidad de tomas de corriente para poder realizar pruebas de las maquinas reparadas así como para poder conectar utensilios necesarios para la reparación de las mismas.

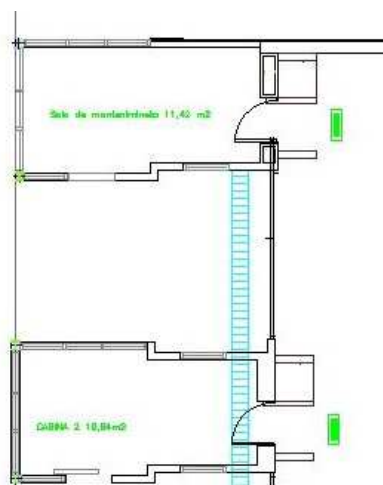


Ilustración 5 : Mantenimiento

### 1.1.9 OTROS DATOS DE INTERES.

Dentro de la parcela habrá una zona dedicada al estacionamiento de los vehículos de los empleados que tendrá una capacidad para aproximadamente unos 20 coches.

También nos encontraremos con el centro de transformación que estará situado en la periferia de la parcela, lugar elegido para que tenga acceso el personal de la compañía suministradora.

### 1.1.10 SUMINISTRO DE ENERGÍA.

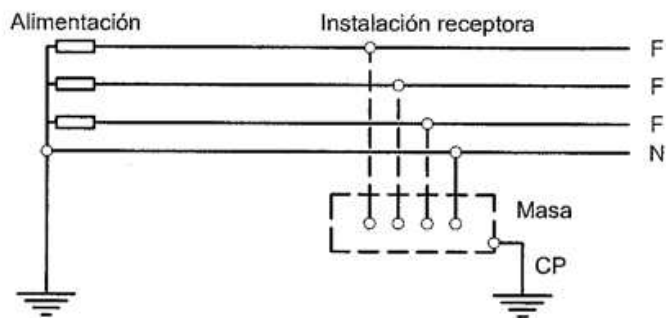
Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicado la nave mediante red de Media Tensión. Ésta red proporciona una tensión alterna trifásica de 13,2 KV a una frecuencia de 50 ciclos por segundo.

La empresa suministradora (Iberdrola) se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea aérea hasta el Centro de Transformación.

## 1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

## 1.2.1 INTRODUCCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecorrientes, así como de las especificaciones de la aparatología encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.



de las conexiones a tierra de la  
masas de la instalación receptora

### CONEXIÓN

característicos que deben reunir los  
conexión de la instalación:

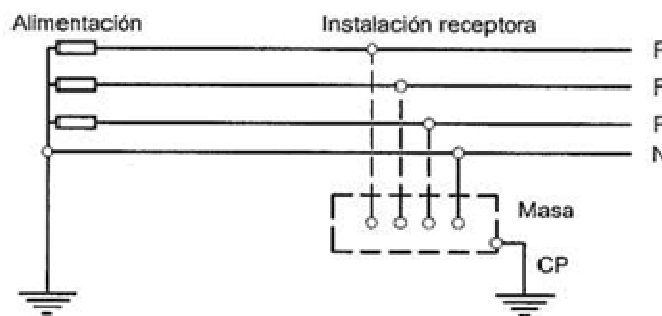


Ilustración 6 : Esquema TT

En los esquemas TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. La masa de la instalación receptora está conectada a una toma de tierra separada a la toma de tierra de la alimentación. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

La corriente de fallo está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobrecorrientes, por lo que se eliminará preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

En caso de fallo del aislamiento de un receptor, la corriente de fallo circula por el circuito llamado bucle de fallo, constituido por la impedancia del fallo en la masa del receptor, la conexión de dicha masa al conductor de protección, el propio conductor de protección y su puesta a tierra; el bucle se cierra con las bobinas del transformador y el circuito de alimentación. Se cumplirá la siguiente condición:

$$I_a = \frac{U}{R_A}$$

**RA:** es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.



**Ia:** es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando

el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

**U:** es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos). En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial - residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

- Esquema TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

**Zs:** es la impedancia del bucle de detecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

**Ia:** es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a U0. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, Ia es la corriente diferencial asignada.

**U0:** es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla 1	
Uo (V)	Tiempo de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

#### Ilustración 7: Tiempos de interrupción en un esquema TN

Existen tres tipos diferentes de esquemas TN que se distinguen según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquemas TN-S: El conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

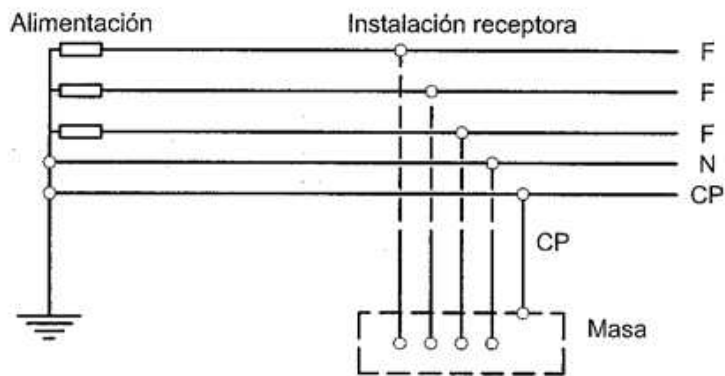


Ilustración 8: Esquema TN-S

- Esquema TN-C: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.

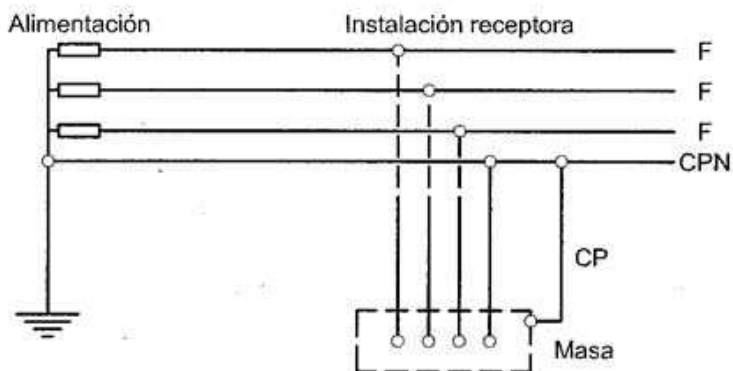


Ilustración 9: Esquema TN-C

- Esquema TN-C-S: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

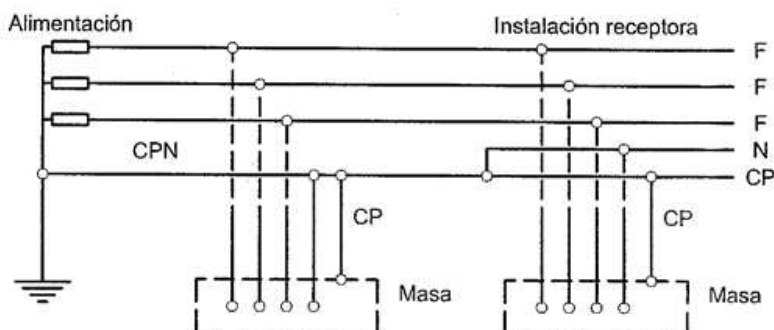


Ilustración 10: Esquema TN-C-S

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Esquema IT:

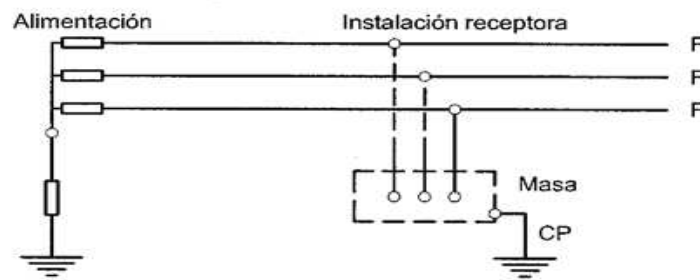


Ilustración 11 : Esquema IT

En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra, o conectada a ella con una impedancia  $Z$  elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial. Las masas de la instalación están interconectadas y conectadas a tierra. En caso de fallo del aislamiento, la impedancia del bucle de fallo es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia  $Z$ ).

En el primer fallo, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse el fallo para lograr un servicio competente. Con ese objeto, un controlador permanente de aislamiento (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si al primer fallo no eliminado se añade un segundo, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

### 1.2.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESCOGIDO

El sistema elegido es el TT (el neutro está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC 08 del REBT 2002).

Con este tipo de régimen debemos colocar diferenciales para proteger la instalación ante cualquier corriente de defecto a tierra.

La solución más segura sería elegir el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción.

Por otro lado, el esquema TN se desecha, ya que, es muy parecido al TT y éste último es el más utilizado en este tipo de instalaciones. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este tipo de instalaciones. También la ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario ( $R_u$ ), es decir, la podemos vigilar y controlar, la seguridad está en nuestras manos, bajo nuestra responsabilidad.

## 1.3 ILUMINACIÓN

### 1.3.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz sea diurna donde la luz es insuficiente o inexistente.

Una buena iluminación hace que la realización de las tareas visuales se haga con una máxima de velocidad, exactitud, facilidad y comodidad y con un mínimo de esfuerzo y de fatiga.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores, en tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial para la realización adecuada, segura y en confort de nuestras actividades. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz.

Un espacio interior cumple con esos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y si una tarea visual dada puede ser realizada sin esfuerzo. El confort visual es una función de todo el ambiente visual. Junto con el confort térmico y acústico, el confort visual es una contribución a la sensación de bienestar general.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- a) La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- b) La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad, el grado de deslumbramiento., factor de reflexión...
- c) El color de la luz y la distribución de colores.
- d) Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

### 1.3.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

Para la realización del proyecto se han de tener en cuenta unos conceptos básicos sobre luminotecnica:

Flujo radiante ( $\Phi$ ): Se define como la potencia emitida, transportada o recibida, en forma de radiación. La unidad es el vatio (W).

Flujo luminoso ( $\Phi_v$ ): Es la magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. Es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad es el Lumen (Lm)

Lumen (lm): Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estéreo-radián.

Angulo sólido (w): Se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio r, y cuya base se encuentra situada sobre la superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estéreo-radián.

$$V = I \cdot w \quad W = \frac{S}{r^2}$$

Siendo:

W: ángulo sólido.

S: superficie de la base del cono. r: radio de la base del cono.

I: intensidad lumínica.

V :

flujo luminoso.

Energía radiante (Qe): Es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad es el Julio (J).

Cantidad de luz (QV): Es la energía en función del tiempo del flujo luminoso, durante una duración dada de tiempo. Las unidades son: Lumen por segundo (Lm\*s) o Lumen por hora (Lm\* h).

Intensidad luminosa (I): Es el flujo emitido en una dirección dada, por unidad de ángulo sólido. La unidad es la Candela (Cd).

Candela (Cd): Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \cdot 10^{12}$  Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es  $1/683 \text{ w*estéreo-radián}$ .

Distancia luminosa: Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.

Iluminancia (E): Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Es el cociente entre el flujo luminoso recibido por un elemento de la superficie que contiene al punto y el área de dicho elemento. La unidad es el Lux (Lx).

Lux (Lx): Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lumen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

Luminancia: Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada. Su unidad es  $\text{Cd} \cdot \text{m}^2$ .

Rendimiento luminoso o eficacia luminosa: Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lumen por vatio (Lm/ W). Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescentes (1-2000W): 8- 20 Lm/ W
- Incandescentes con halogenuros (3-10000W): 18- 22 Lm/ W
- Fluorescentes tubulares (4-250W): 40- 93 Lm/ W
- Fluorescentes compactas (5-36W): 50- 82 Lm/ W
- Vapor de mercurio (50-2000W): 40- 58 Lm/ W
- Halogenuros metálicos (75-3500W): 60- 95 Lm/ W

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Sodio a alta presión (50-1000W): 66- 130 Lm/ W
- Sodio a baja presión (18-180W): 100- 183 Lm/ W

**Temperatura del color:** La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 K
- Blanco: 3500K
- Blanco frío: 4200 K
- Luz día: 6500 K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Incandescentes: 2600-2800 K
- Incandescentes con halogenuros: 3000 K
- Fluorescentes tubulares: 2600-6500 K
- Fluorescentes compactas: 2700 K
- Vapor de mercurio: 4000-4500 K
- Halogenuros metálicos : 4800-6500 K
- Sodio a alta presión: 2100 K
- Sodio a baja presión: 1800 K

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

**Reproducción cromática:** Es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con  $R_a = 100$ , muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:  $R_a < 50$  rendimiento bajo; entre 50 y 80 rendimiento moderado; entre 80 y 90 bueno y entre 90 y 100 rendimiento excelente.

**Índice de deslumbramiento:** El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo, producido por luz solar o artificial), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos o deslumbramiento indirecto).

### 1.3.3 PROCESO DE CÁLCULO

El proceso de cálculo de una instalación de interiores conlleva los siguientes pasos:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijación del nivel de iluminación.
3. Determinación:
  - 3.1 Sistema de iluminación
  - 3.2 Tipos de lámparas
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

### 1.3.4 INFORMACIÓN PREVIA DE LOS FACTORES DE PARTIDA

Para conseguir un buen diseño de iluminación general y uniforme, hay que tener en cuenta los siguientes factores de partida:

- Forma y configuración del local.
- Tipo de tarea a realizar.
- Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- Características y tipo del objeto a iluminar.

### 1.3.5 FIJACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Para las actividades que se desarrollen en el interior de la nave y para las necesidades del cliente y cumpliendo con los niveles mínimos de iluminación de los puestos de trabajo establecidos en los RD 486/1997, RD 838/2002 y en la UNE 12464.1 los niveles de iluminación mínima para las siguientes zonas son las representadas en la tabla.

ZON	Em	UGR	Ra	VEEI
Archivos, copiadoras, áreas de circulación	300	19	80	5
Lectura, escritura, mecanografía, proceso de	500	19	80	5
Diseño asistido (CAD)	500	19	80	5
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	5
Recepción	300	22	80	10
Pasillos y vías de circulación	100	25	40	4.5
Servicios y aseos	100	25	80	4.5
Comedor	200	22	80	5
Cafetería	250	22	80	5
Vestuarios	150	22	80	5
Sala de conferencias	500	19	80	5
Escaleras	150	25	80	10

Ilustración 12: Condiciones de iluminación

#### Dónde:

**Em:** Iluminancia media en servicio (lux)

**UGR:** Limite de índice de deslumbramiento unificado

**Ra:** Índice de rendimientos de colores (mínimo)

**VEEI:** Valor límite de la eficiencia energética de la instalación.

Las instalaciones interiores de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

- Se instalarán sistemas de aprovechamiento de luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas la situadas bajo un lucernario

Para el alumbrado exterior se tendrá una iluminancia mínima de 4 a 7 lux debido a que se trata de una vía industrial.

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lx. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lx.

### 1.3.6 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE LUMINARIA- LÁMPARA

#### 1.3.6.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Existen cinco tipos de iluminación:

➤ **Iluminación directa:**

Es apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano útil de las mesas y de los puestos de trabajo. Por su propia naturaleza deja en la sombra las partes superiores del local y por lo tanto, reduce las pérdidas de luz por las claraboyas.

Es necesario aumentar considerablemente los aparatos de alumbrado, con el propósito de conseguir que cada objeto iluminado, reciba luz desde varias direcciones simultáneamente, con lo que se consigue la disminución de sombras molestas.

La iluminación directa se realiza, en general, por medio de reflectores de chapa esmaltada o de aluminio pulido, anodizado y abrillantado. Con el objeto de dar a la luz obtenida cierto grado de difusión favorable al suavizado, de las sombras, a la vez, concentrar el flujo luminoso hacia las zonas útiles del local, estos reflectores deben de ser anchos y profundos.

Se consigue una distribución luminosa tal que del 90% al 100% del flujo luminoso emitido llegue directamente al plano de trabajo.

➤ **Iluminación semidirecta:**

Hace que parte de la luz emitida por los aparatos de alumbrado sea reflejada sobre el techo, por ello su empleo está restringido para techos no muy altos, y no debe utilizarse en locales provistos de claraboyas en el techo.

Permite la realización relativamente económica de elevados niveles de iluminación con las ventajas sobre la iluminación directa de que las sombras son bastante más suaves porque, como ya sabemos los objetos reciben simultáneamente, la luz directa de los aparatos de alumbrado y la reflejada en el techo y en las paredes.

Con este tipo de iluminación se consigue entre el 60 y el 90 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia abajo, hacia el plano de trabajo, mientras el resto del flujo luminoso, del 10 al 40 por 100 se dirige hacia techo y paredes.

### ➤ Iluminación difusa:

Da una importancia creciente a la reflexión de la luz sobre el techo y las paredes. Desaparecen por completo las sombras de los objetos, pero se aconseja que el techo y las paredes estén pintados de colores claros, con el objeto de disminuir las pérdidas por absorción que, de otro modo, resultarían muy elevadas.

Con la iluminación difusa el flujo luminoso emitido hacia abajo es del 40 al 60 por 100 con ángulos por debajo de la horizontal, y entre el 40 y el 60 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba.

### ➤ Semiindirecta e Indirecta:

La iluminación semiindirecta, y la iluminación indirecta, hacen que los manantiales luminosos secundarios, que equivalen a las paredes y techo del local, tengan un efecto preponderante sobre los manantiales luminosos primarios, que son las lámparas eléctricas.

Desaparecen las sombras totalmente y también el riesgo de deslumbramiento directo, ya que las lámparas están totalmente ocultas a los ojos del observador. La falta de plasticidad obtenida con estos sistemas obliga en algunos casos a completar el alumbrado del local mediante alumbrado auxiliar. Estos dos tipos de iluminación, precisan que las paredes y techos del local estén pintados con materiales de alto factor de reflexión, y aunque esta condición se cumpla, el consumo de energía es mayor que para cualquier otro sistema de iluminación.

Mediante la iluminación semiindirecta e indirecta, del 60 al 100 por 100 del flujo luminoso emitido es dirigido hacia arriba en ángulos superiores a la horizontal.

Con cada uno de los cinco tipos de iluminación descritos con anterioridad, se pueden obtener tres clases o métodos de alumbrado, según la distribución de la luz en el local a iluminar.

#### a) Alumbrado general

Los sistemas de alumbrado general tienen como objetivo garantizar un determinado nivel de iluminación homogéneo a todos los puestos situados en un mismo plano del local. Se trata de un alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas. La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica visual. Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias. Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz.

La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado).

Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

#### b) Alumbrado general localizado

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.

Los sistemas de alumbrado general localizado no tienen el objetivo de garantizar un nivel de iluminación uniforme para todo el local, sino de iluminar, con el mismo o con diferentes niveles de iluminación, el local por zonas, en las cuales están situados los medios de producción de manera no uniforme.

c) Alumbrado suplementario:

Alumbrado que proporciona un alto nivel de iluminación en puntos específicos de trabajo, mediante la combinación del alumbrado general o del alumbrado general localizado.

### 1.3.6.2 TIPOS DE LÁMPARAS

A) Lámparas de Incandescencia:

La luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor, que calentado al rojo, produce luz por efecto de la termo radiación. Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento luminoso es bajo (8-20 lm/w), porque gran parte de la energía se pierde en forma de calor.
- El índice de rendimiento de color es 100.
- La temperatura de color es de 2700°K.
- Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000W, aunque la gama más empleada se encuentra entre 25 y 200W.
- La duración media es de 1000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

-Filamento: Se realizan generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón y nitrógeno. El empleo de del gas tiene como inconveniente una mayor pérdida de calor en vacío, por lo que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.

-Ampolla: Tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel. En general, son de vidrio blando soplado.

-Casquillo: Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. Existen distintos tipos de casquillos como por ejemplo: casquillo rosca Edison, casquillo bayoneta...

B) Lámparas incandescentes con halógenos:

Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear por reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, como se ha comentado anteriormente.

Las ventajas principales de este tipo de lámparas frente a las incandescentes estándar son:

- Tienen una vida media de (unas 2000 horas).
- Mejor eficacia luminosa.
- Factor de conservación más elevado (95%) debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones más reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil (luz más blanca). La temperatura de color varía, según los tipos, entre 2800 y 3200°K.
- Mejor reproducción cromática de los colores fríos del espectro (azules), aun cuando ambas tienen un índice de reproducción cromática de 100.
- Son lámparas compactas y de alta luminancia, que se adaptan de forma óptica a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

## MEMORIA

---

Los componentes de este tipo de lámparas son:

-Filamento: Se emplea el wolframio. Su proceso de fabricación es más delicado ya que debe quedar perfectamente rígido en la pequeña ampolla y debe tener gran pureza porque cualquier resto contaminante reacciona con el halógeno y se deposita en la ampolla.

-Ampolla: Puede ser de cuarzo o de vidrio duro capaz de soportar las altas temperaturas requeridas en el ciclo del halógeno.

-Gas de llenado: Las reducidas dimensiones de estas lámparas permiten utilizar gases inertes que mejoran la eficacia de la lámpara como el kriptón y el xenón, aunque en algunos casos se sigue empleando el argón.

-Halógeno: Estos elementos químicos se caracterizan por ser químicamente muy agresivos, es decir, se combinan con facilidad con otros elementos.

-Casquillo: Se emplean los tipos cerámicos, Edison, de espigas y de bayoneta.

### C) Lámparas Fluorescentes tubulares:

Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión.

No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo (balasto) que limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido de la lámpara.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

-Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, ésta aumenta en un 25 % y si fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50 %.

-Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Según la temperatura de color pueden ser: cálidas (<3000 °K), intermedias (3300 – 5000 °K) y frías (>5000 °K).

### D) Lámparas fluorescentes compactos:

Concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes; existen diferentes soluciones.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Consumen tan sólo un 25 % de la energía de una lámpara incandescente.
- Tiene una duración 5 veces superior a una lámpara incandescente.
- Temperatura de color de 2700 °K, muy próxima a la de la lámpara incandescente.
- Buen rendimiento de color (80).

### E) Lámparas de halogenuros metálicos:

Su constitución es similar a las de vapor de mercurio a alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 KV, producidas por el correspondiente cebador.
- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 KV.
- La temperatura de color es de 6000°K.
- Elevado rendimiento luminoso (70-90 lm/W).
- Buena reproducción cromática.

Debido a las características que tienen este tipo de lámparas tiene gran variedad de aplicaciones, tanto para alumbrado interiores, como exteriores.

#### **F) Lámparas de vapor de Mercurio a alta presión:**

El funcionamiento de este tipo de lámparas se produce de la siguiente forma: cuando se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o

de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado por este arco vaporiza el mercurio, que estaba en estado líquido, permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El encendido no es instantáneo, precisan un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión.
- El re encendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La luz de estas lámparas tiene muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.
- El rendimiento es muy superior con respecto a las lámparas incandescentes, y varía entre 40-60 lm/W.
- Tienen una temperatura de color de 3800-4500°K.
- Rendimiento de color de 40-45.
- Durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% el valor nominal
- La vida media es del orden de las 25000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- Tubo de descarga: Para el que se emplea cuarzo debido a las altas temperaturas a que funciona para conseguir la presión del vapor. Está provisto de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares y, en su interior se encuentra una determinada cantidad de argón y unas gotas de mercurio.
- Casquillo: Generalmente es de rosca tipo Edison.
- Ampolla: La ampolla exterior sirve para proteger el tubo de descarga y permitir el equilibrio necesario para un correcto funcionamiento.

#### **G) Lámparas de vapor de Sodio a alta presión:**

Desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

## MEMORIA

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Tienen un rendimiento luminoso alto (120 lm/W).
- La tensión de encendido es de 1,5 a 5 kV, por lo que debe ser proporcionada por un arrancador que puede estar incluido en la lámpara, o bien, ser un elemento totalmente ajeno a la misma.
- El tiempo de encendido es corto (a los 4 minutos produce el 80 % del flujo nominal). El re encendido dura menos de un minuto.
- La vida útil es de 8000-12000 horas.
- La temperatura de color es de 2200°K (apariencia cálida).
- El índice de reproducción cromática es de 27.
- Se emplean en alumbrado público e industrial de naves altas.

### H) Lámparas de vapor de Sodio a baja presión:

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La tensión de encendido varía según el tipo de 500 a 1500V, por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un autotransformador.
- El tiempo de encendido es de unos 15 minutos, y el reencendido necesita de 3 a 7 minutos.
- La vida media es de 15000 horas

Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad (carreteras, alumbrado de seguridad, etc.).

### 1.3.6.3 TABLA DE CARACTERÍSTICAS

A continuación se detallara una tabla 1, con las siguientes características fotométricas, su eficacia, las características cromáticas, la duración de vida, el tiempo de encendido o el de re-encendido de las que dispone cada tipo de lámpara:

TIPOS	Potencias (w)	Flujo (lm)	Eficacia (lm/w)	Vida Útil (horas)	Luminancia (Cd/m <sup>2</sup> )	Color	T° de color (°K)	Rendimiento de Color (%)	T° de encendido	T° de re encendido	Utilización
A. Incandescentes	1-2.000	6-40.000	8-20	1.000	Clara: 2.10 <sup>6</sup> Mate: 2,5.10 <sup>5</sup>	Blanco cálido	2.600-2.800	100	Inmediato	Inmediato	Doméstico, automóvil y comercio
B. Incandescentes con Halógenos	3-1.000	36-220.000	18-22	2.000	2.10 <sup>6</sup>	Blanco	3.000	100	Inmediato	Inmediato	Doméstico y monumental
C. Fluorescentes Tubulares	4-215	1.000-15.500	40-93	12.000	8.10 <sup>3</sup>	Diferentes blancos, dependiendo de la T°.	2.600-6.500	50-97	2-3 seg.	2-3 seg.	Doméstico, oficinas e industrial
D. Fluorescentes Compactos	5-36	250-2.900	50-82	6.000	1.10 <sup>4</sup>	Blanco cálido	2.700	80	1 seg.	1 seg.	Doméstico y oficinas
E. Halógenos Metálicos	7-3.500	5.000-300.000	60-95	1.000-6.000	Clara: 8,5.10 <sup>6</sup> Difusa: 1,5.10 <sup>5</sup>	Blanco frío	4.800-6.500	67-95	2 min.	7 min.*	Deportivo y comercial
F. Vapor de Mercurio a Alta Presión	50-2.000	1.800-125.000	40-58	16.000	1.10 <sup>5</sup>	Blanco	4.000-4.500	48-50	5 min.	7-10 min.	Vial e industrial
G. Vapor de Sodio Alta Presión	50-1.000	3.500-130.000	66-130	16.000	Clara: 5.10 <sup>6</sup> Difusa: 2,5.10 <sup>5</sup>	Blanco amarillento	2.100	25	7 min.	Re encendido inmediato	Vial e industrial
H. Vapor de Sodio Baja Presión	18-180	1.800-33.000	100-183	10.000	1.10 <sup>5</sup>	amarillento	1.800	-Muy bajo rendimiento-	12 min.	20 min.	Vial

Ilustración 13: Tipos de Lámparas

En la siguiente tabla se exponen las ventajas, inconvenientes y usos más importantes de cada tipo de lámparas vienen resumidos en la siguiente tabla:

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
<b>Lámparas de incandescencia</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena reproducción cromática</li> <li>- Encendido instantáneo.</li> <li>- Variedad de potencias.</li> <li>- Bajo coste de adquisición.</li> <li>- Facilidad de instalación.</li> <li>- Apariencia de color cálido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducida eficacia luminosa.</li> <li>- Corta duración.</li> <li>- Elevada emisión de calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumbrado interior.</li> <li>- Alumbrado de acentuación.</li> <li>- Casos especiales de muy buena reproducción cromática.</li> </ul>
<b>Lámparas Halógenas</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena reproducción cromática.</li> <li>- Encendido instantáneo.</li> <li>- Variedad de tipos.</li> <li>- Coste de adquisición.</li> <li>- Facilidad de instalación.</li> <li>- Elevada intensidad luminosa.</li> <li>- Apariencia de color cálida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducida eficacia luminosa.</li> <li>- Corta duración.</li> <li>- Elevada emisión de calor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumbrado interior.</li> <li>- Reduce decoloración (filtro UV).</li> <li>- En bajo voltaje, con equipos electrónicos.</li> <li>- Con reflector dicroico (luz fría), con reflector de aluminio (menor carga térmica).</li> </ul>
<b>Lámparas fluorescentes lineales</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena eficacia luminosa.</li> <li>- Larga duración.</li> <li>- Bajo coste de adquisición.</li> <li>- Variedad de apariencias de color.</li> <li>- Distribución luminosa adecuada para utilización en interiores.</li> <li>- Posibilidad de buena reproducción de colores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones.</li> <li>- Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc.</li> <li>- Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación.</li> <li>- Forma y tamaño, para algunas aplicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumbrado interior.</li> <li>- Con equipos electrónicos: Bajo consumo. Aumenta la duración. Menor depreciación. Ausencia de interferencias.</li> </ul>
<b>Lámparas fluorescentes lineales con equipos electrónicos</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta eficacia luminosa.</li> <li>- Larga duración.</li> <li>- Mínima emisión de calor.</li> <li>- Variedad de tonos y excelente reproducción cromática.</li> <li>- Alcanza rápidamente su potencia nominal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coste de adquisición medio-alto.</li> <li>- No tiene facilidad de instalación de las de casquillo tipo Edison.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución de incandescentes y vapor de mercurio.</li> <li>- Sustitución de fluorescentes con equipos convencionales...</li> </ul>
<b>Lámparas fluorescentes compactas</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena eficacia luminosa.</li> <li>- Larga duración.</li> <li>- Facilidad de aplicación en</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variaciones de flujo con la temperatura.</li> <li>- Coste de adquisición medio-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución de lámparas incandescentes.</li> <li>- Consumo para flujos</li> </ul>

iluminación compacta (casquillo E-27). - Mínima emisión de calor. - Variedad de tipos. - Posibilidad de buena reproducción cromática.	alto. - Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos). - Acortamiento vida por mínimo de encendidos.	equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más.
<b>Lámparas de vapor de mercurio a alta presión</b>		
- Larga duración. - Eficacia luminosa. - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas. - Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel.	- En ocasiones alta radiación UV. - Flujo luminoso no instantáneo. - Depreciación del flujo importante	- Alumbrado exterior e industrial. - En aplicaciones especiales con filtros UV. - Lámparas de color mejorado.
<b>Lámparas de mercurio con halógenos</b>		
- Buena eficacia luminosa. - Duración media. - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas. - Variedad de potencias. - Casos de reducidas dimensiones con posibilidad de efectos especiales.	- Alta depreciación del flujo. - Sensibilidad a variaciones de tensión. - Requiere equipos especiales para arranque en caliente. - Dificultad de control de apariencias de color en reposición. - Flujo luminoso no instantáneo. - Poca estabilidad de color.	- En alumbrado deportivo o monumental. - Con equipo especial para encendido en caliente.
<b>Lámparas de vapor de sodio a baja presión</b>		
- Excelente eficacia luminosa. - Larga duración. - Re encendidos instantáneos en caliente.	- Muy mala reproducción cromática. - Flujo luminoso no instantáneo. - Sensibilidad a sub tensiones.	- En alumbrado de seguridad. - En alumbrado de túneles.
<b>Lámparas de vapor de sodio a alta presión</b>		
- Muy buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Aceptable rendimiento de color en tipos especiales. - Poca depreciación de flujo. - Posibilidad de reducción de flujo.	- Mala reproducción cromática en versión estándar. - Estabilización no instantánea. - En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión. - Equipos especiales para reencendido en caliente.	- En alumbrado exterior. - En alumbrado interior industrial. - En alumbrado de túneles.

Ilustración 14: Ventajas e Inconvenientes



### 1.3.7 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

En toda instalación de alumbrado hay tres elementos de mantenimiento que son variables y que afectan a la cantidad de flujo luminoso útil que se obtiene en el espacio a iluminar.

- A) La depreciación luminosa de la propia lámpara.
- B) La pérdida por acumulación de polvo y suciedad sobre la superficie de la lámpara y la superficie reflectora y transmisora de la luminaria.
- C) Pérdida de luz reflejada en las paredes.

Se definen tres condiciones de mantenimiento que nos permiten valorar cuantitativamente el factor de mantenimiento o factor de depreciación, en función de estos tres elementos

#### 1.3.7.1 Factor de mantenimiento bueno

Cuando las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se sustituyen por grupos antes de fundirse. Condiciones atmosféricas buenas exentas de polvo y suciedad. Este factor de mantenimiento toma valores comprendidos entre 0,70,..., 0,80. Típicamente se toma 0,75 o 0,7.

#### 1.3.7.2 Factor de mantenimiento medio

Cuando las luminarias no se limpian con frecuencia y las lámparas sólo se reponen cuando se funden. Condiciones atmosféricas menos limpias. Este factor de mantenimiento medio toma valores comprendidos entre 0,60,..., 0,70. Típicamente se toma 0,65.

#### 1.3.7.3 Factor de mantenimiento malo

Cuando las condiciones atmosféricas son bastante sucias y la instalación tiene un mantenimiento deficiente. Este factor de mantenimiento malo toma valores comprendidos entre 0,50,..., 0,60. Típicamente se toma 0,55.

### 1.3.8 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LOCAL

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje, y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice local y nos sirve después, para determinar el factor de utilización. Se calcula de la siguiente forma:

- Para iluminaciones directas, semidirectas y difusas se utiliza:

$$\text{Relación del local} = \frac{AxL}{hx(AxL)}$$

- Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, se utiliza:

$$\text{Relación del local} = \frac{3 AxL}{2 hx(AxL)}$$

En ambas fórmulas:

A: ancho del local en metros

L: longitud del local en metros

h: altura del montaje en metro. Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

plano útil o de trabajo situado a 0.85 metros sobre el suelo según la NTE.

La altura del local, H es la suma de la altura de suspensión de la luminaria C, más la altura de montaje h, y más el 0.85 metros al que esta está el plano de trabajo. Es decir:

$$H = C + h + 0.85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0.85) m$$

Con la altura calculamos la relación del local y lo llevamos a la siguiente tabla y determinamos el índice de local, K:

Índice del local (K)	Relación del local	
	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

Ilustración 15 : Índice de local

### 1.3.9 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE UTILIZACIÓN

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador. A continuación se expone una tabla con los valores del factor de utilización, en función de los tipos de luminaria más frecuentes, del índice del local y de la reflexión de techos y paredes:

Tipo de luminaria	Reflexión techo	75 %			50 %			30 %	
	Reflexión pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
	Índice local K	Factor o coeficiente de utilización, $F_u$							
Fluorescente empujado	J	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	I	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.43
	H	0.52	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.48	0.48
	G	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51	0.51	0.50
	F	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52
	E	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.56	0.57	0.55
	D	0.65	0.62	0.60	0.62	0.61	0.59	0.59	0.58
	C	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60
	B	0.67	0.65	0.64	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61
	A	0.68	0.66	0.65	0.66	0.65	0.63	0.64	0.62
Fluorescente descubierta	J	0.32	0.27	0.23	0.32	0.26	0.23	0.25	0.23
	I	0.40	0.35	0.31	0.39	0.34	0.30	0.34	0.30
	H	0.44	0.39	0.36	0.43	0.39	0.35	0.36	0.35
	G	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.41	0.39
	F	0.52	0.47	0.43	0.50	0.46	0.42	0.45	0.42
	E	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.47	0.50	0.46
	D	0.62	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51
	C	0.65	0.59	0.54	0.62	0.57	0.54	0.56	0.53
	B	0.69	0.63	0.59	0.65	0.61	0.58	0.60	0.58
Luminaria industrial abierta	J	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
	I	0.47	0.52	0.39	0.46	0.41	0.38	0.40	0.37
	H	0.51	0.47	0.44	0.50	0.47	0.43	0.46	0.43
	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.51	0.47	0.50	0.47
	F	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.51	0.52	0.50
	E	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.58	0.55
	D	0.68	0.64	0.61	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
	C	0.70	0.67	0.63	0.68	0.65	0.63	0.64	0.62
	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
	A	0.74	0.72	0.70	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67

Luminaria directa con rejilla difusora	J	0.33	0.28	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.26
	I	0.39	0.36	0.34	0.39	0.35	0.34	0.35	0.34
	H	0.43	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.39	0.38
	G	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41
	F	0.48	0.46	0.43	0.47	0.45	0.43	0.45	0.43
	E	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47
	D	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.52	0.51
	C	0.57	0.55	0.52	0.56	0.53	0.52	0.53	0.52
	B	0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54
	A	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55
Luminaria esférica de vidrio	J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	0.16	0.14
	I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
	H	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
	G	0.37	0.32	0.29	0.33	0.29	0.26	0.26	0.24
	F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
	E	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
	D	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
	C	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.38	0.37	0.34
	B	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
	A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40
Luminaria reflector haz estrecho (incandescente o descarga)	J	0.43	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.38
	I	0.51	0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.49	0.46
	H	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52
	G	0.59	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.56	0.55
	F	0.61	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.57
	E	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60
	D	0.68	0.65	0.64	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
	C	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.64	0.64
	B	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65
	A	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	0.66
Luminaria reflector haz medio-ancha (incandescente o descarga)	J	0.40	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.33
	I	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.43	0.44	0.42
	H	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
	G	0.55	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.52	0.51
	F	0.58	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
	E	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.57
	D	0.66	0.63	0.61	0.64	0.62	0.61	0.62	0.61
	C	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
	B	0.69	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64	0.65	0.64
	A	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.66	0.62

Ilustración 16 : Factor de utilización

El factor de reflexión, se define como la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre la misma, se expresa en tanto por ciento y es distinto para diferentes colores. Para la luz blanca y para distintos colores y tonalidades exista la siguiente tabla empírica normalizada que da el valor de reflexión.

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	70 – 90
Beige claro	70 – 80
Amarillo y crema claro	60 – 75
Verde muy claro	60 – 75
Verde claro	70 – 80
Verde claro y rosa	45 – 65
Azul claro	45 – 55
Gris claro	40 – 50
Rojo claro	30 – 50
Marrón claro	30 – 40
Beige oscuro	25 – 35
Marrón, verde, azul oscuros	5 – 20
Negro	3 - 4

Ilustración 17 : Factor de Reflexión

### 1.3.10 CÁLCULO DEL FLUJO A INSTALAR

El siguiente paso es calcular el flujo total a instalar, para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\phi_t = \frac{E \times L \times A}{F_m \times F_u} \text{ (Lm)}$$

Dónde: E = nivel de iluminación en lux según la tarea.  
L = largo del local en metros.  
A = ancho del local en metros.  
F<sub>m</sub> = factor de mantenimiento, determinado según se ha visto.  
F<sub>u</sub> = factor de utilización, determinado según se ha visto.

### 1.3.11 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS

Una vez calculado el flujo total  $\phi_t$ , como conocemos el flujo que nos aporta cada luminaria  $\phi_i$  (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_i}$$

### 1.3.12 COMPROBACIÓN DEL NÚMERO DE LÁMPARAS CALCULADAS

Tipo de local	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (Oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Siendo:

$d'$ : distancia entre el plano de trabajo y las luminarias  
 $h$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias  
 $h'$ : altura del local

Para ello se ha de calcular el número mínimo de lámparas según la longitud y la anchura de cada local.

$L$ = longitud total del local a iluminar.

$A$ = anchura total del local a iluminar.

El número mínimo de aparatos de alumbrado  $n$ , según la longitud del local, se podrá expresar teniendo en cuenta que:

$$L = (n-1) e + 2e'$$

De donde:

$$L = n e - e + 2e'$$

$$n = (L + e - 2e') / e$$

Si se trata de iluminación directa, semidirecta o mixta, y admitimos que

$$e = 1.5 d$$

tendremos que para

$$e' = e / 2 = 0.75 d$$

Llevando los valores a la primera expresión, obtenemos

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

$$n = L / 1.5 d$$

y, para

$$e' = e / 3 = 0.5 d$$

llevando los valores a la primera expresión, obtenemos

$$n = L / 1.5 d + 1/3$$

Para el caso de iluminación semiindirecta o indirecta, sabemos que

$$e = 1.5 h$$

Las expresiones anteriores tomarán la siguiente forma

$$n = L / 1.5 h \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n = L / 1.5 h + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

Para determinar el número mínimo de aparatos de alumbrado, según la anchura del local, realizaremos idénticas operaciones:

Si se trata de iluminación directa, semidirecta o mixta

$$n' = A / 1.5 d \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n' = A / 1.5 h + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

Si se trata de iluminación semiindirecta o indirecta

$$n' = A / 1.5 h \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n' = A / 1.5 d + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

El número mínimo de aparatos de alumbrado distribuidos a lo largo del local será igual a

$$N = n \times n'$$

La determinación del número mínimo de aparatos de alumbrado es, sobre todo, indispensable cuando se utilicen lámparas de incandescencia ya que en estos casos, si se eligen lámparas de gran potencia, exige el riesgo de adoptar un número de aparatos de alumbrados insuficientes y, como consecuencia una desfavorable uniformidad de la iluminación.

### 1.3.13 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS

La distribución de las luminarias más uniforme, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas. Es posible reajustar el número de luminarias por exceso o por defecto, tanto por cuestiones de uniformidad, como de estética.

## 1.3.14 JUSTIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS Y LUMINARIAS EMPLEADAS

### 1.3.14.1 ALUMBRADO INTERIOR

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente se utilizó el programa dialux para calcular el alumbrado interior, y la elección de luminarias fue la siguiente. Estos cálculos se muestran en un Anexo del documento Cálculos:

#### ○ Sala de Mantenimiento:

6 Piezas PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm

Potencia de las luminarias: 23.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



#### ○ Administración:

4 Piezas PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

Potencia de las luminarias: 160.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 78

Código CIE Flux: 64 89 97 78 100

Lámpara: 1 x LXML/WW/- (Factor de corrección 1.000).



#### ○ Cabina 1 :

6 Piezas PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm

Potencia de las luminarias: 23.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



#### ○ Cabina 2 :

6 Piezas PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm

Potencia de las luminarias: 23.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).





○ **Sala de descanso:**

- 4 Piezas PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 160.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 78  
 Código CIE Flux: 64 89 97 78 100  
 Lámpara: 1 x LXML/WW/- (Factor de corrección 1.000).



○ **Pasillo:**

- 15 Pieza PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 507 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 634 lm  
 Potencia de las luminarias: 10.6 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 63 86 97 100 80  
 Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección 1.000).



○ **Escaleras:**

- 6 Piezas PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm  
 Potencia de las luminarias: 23.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 71 94 99 100 100  
 Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



○ **Aseo Personal :**

- 1 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 44.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 69 94 99 100 100  
 Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).



○ **Vestuario:**

- 2 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 44.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 69 94 99 100 100  
 Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).



## MEMORIA

### 1 Pieza PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 2520 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm

Potencia de las luminarias: 90.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 49 91 100 100 62

Lámpara: 1 x HPL-C80W (Factor de corrección 1.000).



#### ○ **Aseo Minusválidos/Mujeres :**

### 1 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

Potencia de las luminarias: 44.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 69 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).



#### ○ **Aseo Hombres :**

### 1 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

Potencia de las luminarias: 44.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 69 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).



#### ○ **Almacén de Mercancías:**

### 24 Pieza PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 10000 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 10000 lm

Potencia de las luminarias: 102.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 67 92 99 100 100

Lámpara: 1 x LED100S/740/- (Factor de corrección 1.000).



### 1.3.14.2 ALUMBRADO EXTERIOR.

#### 1.3.14.2.1 Introducción.

Para la iluminación exterior se realizan las mismas operaciones que en el alumbrado interior; de tal manera que el resultado obtenido es:



LD1150101

Farola LED Street Urban 50W, blanco neutro

Potencia: 50W Alimentación: 100-240VAC Color: neutro

#### Fachada PARKING:

##### Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 5
- Potencia total: 250W

#### Fachada Porche 2:

##### Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 3
- Potencia total: 150W

#### Fachada Porche 1:

##### Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 3
- Potencia total: 150W

#### Fachada CT:

##### Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, 50W, LedBox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 5
- Potencia total: 250W

### 1.3.14.3 ALUMBRADOS ESPECIALES: Alumbrado de Emergencia y Señalización.

#### 1.3.14.3.1 Introducción.

Los alumbrados especiales tienen por objeto corregir los riesgos que pueden derivarse de un fallo imprevisto de los alumbrados normales, restableciendo inmediatamente un nivel de iluminación adecuado, ya sea en centros de trabajo o en establecimientos con público.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

#### 1.3.14.3.2 Alumbrado de emergencia.

En caso de fallo de los alumbrados normales, su función es mantener un nivel de iluminación suficiente, de forma que permita la evacuación fácil y segura de personas al exterior.

Tiene una alimentación propia de energía y su duración no es más que una hora. El nivel de iluminación será el de Lámparas Incandescencia 0,5 w/m<sup>2</sup> o 5 lm/m<sup>2</sup> y para Lámparas Fluorescencia 6 lm/m<sup>2</sup>. Se distribuirán de forma que no se creen zonas oscuras y se hará coincidir con los elementos de combate del fuego (extintores, pulsadores, etc.) y señales de dirección.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

La ubicación de las luminarias del alumbrado de emergencia será la siguiente:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Próximas a las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Próximas a los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximas todos los cambios de dirección.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Próximas a todas las intersecciones en los pasillos.
- Próximas a los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Próximas a los puestos de socorro.
- En Ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

#### 1.3.14.3.3 Alumbrado de señalización.

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público.

Se alimentará mediante dos suministros: normal, complementaria o fuente propia de energía. La duración no será más de una hora. Su nivel de iluminación mínima será de 1 Lux en el eje de los pasillos y su ubicación será en el dintel de las puertas, puesto que en las vías de evacuación cuando se pierde la visión de una señal debe verse ya la siguiente.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70 por 100 de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización deberá pasar automáticamente al segundo suministro.

#### 1.3.14.4 ELECCIÓN DEL SISTEMA DEL ALUMBRADO ESPECIAL.

##### 1.3.14.4.1 Introducción.

Como tipo de luminarias de emergencia y señalización, éstas se pueden clasificar en función de la fuente utilizada como:

- Luminarias autónomas, si la fuente de energía se encuentra en la propia luminaria o separada de ésta a 1 metro como máximo.
- Luminarias centralizadas, si la fuente de energía no está incorporada a la luminaria y está situada de ésta a más de 1 metro.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

- Alumbrado de emergencia no permanente: luminaria en la que las lámparas de alumbrado de emergencia están en funcionamiento sólo cuando falla la alimentación del alumbrado normal.
- Alumbrado de emergencia permanente: luminaria en la que las lámparas de alumbrado de emergencia están alimentadas en cualquier instante, ya se requiera el alumbrado normal o de emergencia.
- Alumbrado de emergencia combinado: luminaria de alumbrado de emergencia que contiene dos o más lámparas de las que una al menos está alimentada a partir de la alimentación de alumbrado de emergencia y las otras a partir de la alimentación del alumbrado normal. Puede ser permanente o no permanente.

### 1.3.14.4.2 Solución empleada.

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizara en el presente proyecto.

Dada las características de cada estancia de la nave industrial objeto de este proyecto y atendiendo a la comparativa anterior, se utilizarán luminarias de emergencia autónomas con alumbrados no permanentes.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local en la que se vayan a instalar:

- En la zona de Oficinas, sala de descanso, tanto en la planta baja como en la primera, se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,50 metros.
- En los locales con grandes alturas como es el caso del almacén de la Nave, las lámparas se colocarán a una altura superior a las anteriores ya que además de disponer de una potencia superior, tienen que iluminar un área mayor. En estos locales las luminarias se colocarán a una altura de 3,50 metros.

A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia que se van a colocar en las distintas estancias de la nave industrial, así como la marca y el modelo escogido. Estos cálculos están realizados con Dialux y se muestran en un Anexo del documento Cálculos:

#### ○ Sala de Mantenimiento:

- 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
 N° de artículo: K231/2P  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
 Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



- 1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
 N° de artículo: K244/6N-E  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
 Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



#### ○ Administración:

- 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
 N° de artículo: K231/2P  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 35 62 83 86 101



Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).

1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Nº de artículo: K244/6N-E

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



○ **Cabina 1 :**

1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Nº de artículo: K244/6N-E

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



○ **Cabina 2 :**

1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Nº de artículo: K244/6N-E

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).





### ○ Sala de descanso:

#### 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



#### 1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Nº de artículo: K244/6N-E

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



### ○ Pasillo:

#### 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



#### 2 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Nº de artículo: K244/6N-E

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



### ○ Escaleras:

#### 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).





- 9 Pieza ETAP K719/3P2 Without  
 N° de artículo: K719/3P2  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 83 lm, 0.8 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 70 90 97 100 101  
 Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



○ **Aseo Personal :**

- 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
 N° de artículo: K231/2P  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
 Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



○ **Vestuario:**

- 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
 N° de artículo: K231/2P  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
 Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



- 2 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
 N° de artículo: K244/6N-E  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
 Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



○ **Aseo Minusválidos/Mujeres :**

- 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
 N° de artículo: K231/2P  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
 Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



### ○ Aseo Hombres :

#### 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



### ○ Almacén de Mercancías:

#### 2 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil

Nº de artículo: K231/2P

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W

Clasificación luminarias según CIE: 86

Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



#### 18 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Nº de artículo: K244/6N-E

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



## 1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR

### 1.4.1 INTRODUCCIÓN.

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Se va a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Se han de calcular los conductores utilizados para alimentar las distintas máquinas y alumbrado de la nave, de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 1.4.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES.

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

#### 1.4.2.1 CALENTAMIENTO.

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \text{ Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = (I/I_n)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:  $\Delta T$  = Incremento admisible de la temperatura  
 $\Delta T_n$  = Incremento de la temperatura  
 $I_n$  = intensidad nominal en condiciones normales  
 $I$  = intensidad admisible

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:  $Q = M \times C \times \Delta T$

Si la intensidad crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-s BT 06 y 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 1.4.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA.

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza.

### 1.4.3 PRESCRIPCIONES GENERALES. (ITC-BT 19)

#### 1.4.3.1 INTRODUCCIÓN.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se la identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

#### 1.4.3.2 CONDUCTORES ACTIVOS.

##### **Naturaleza de los conductores:**

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

##### **Sección de los conductores. Caídas de tensión:**

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

las instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Ésta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites específicos para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

#### Intensidades máximas admisibles:

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### 1.4.3.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S / 2
(*) Con un mínimo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li> <li>- Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li> </ul>	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm<sup>2</sup>, se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1000 \times U$  ohmios, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  voltios a frecuencia industrial, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

#### 1.4.3.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.

### CANALIZACIONES.

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

### TUBOS PROTECTORES.

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores se tendrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante y no propagadora de llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de

neutro.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la



construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra

#### 1.4.3.5 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS.

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que ésta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la nave, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-BT 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 1.4.3.6 RECEPTORES: (ITC-BT 43).

##### 1.4.3.6.1 Introducción.

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

##### 1.4.3.6.2 Receptores a motores. (ITC-BT 47)

Según indica el Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión, en su Instrucción 047, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

##### ➤ **Un solo motor:**

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

➤ **Varios motores:**

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

#### 1.4.3.6.3 Receptores para alumbrado. (ITC-BT 44)

Según la ITC-BT 44 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90

#### 1.4.3.7 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA: PROCESO.

Los cálculos son básicamente iguales para todas las líneas, por lo tanto se indica el proceso y posteriormente se especifica los cables seleccionados. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se necesitan los siguientes datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores.
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico).
- Factor de potencia de los receptores.
- Longitud de las líneas.
- Tensión de las líneas.

2. En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

$$\text{Monofásico: } I_a = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} ; e = \frac{2LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

$$\text{Trifásico: } I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} ; e = \frac{\sqrt{3}LI \cos \varphi}{S \gamma}$$

Dónde:

I: intensidad nominal (A).

P: potencia

consumida (W). V:

tensión nominal

(V).

$\cos \varphi$  : factor de potencia.

e: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

$\gamma$  : Conductividad del material del conductor (56 para el cobre, 35 para el aluminio).

S: sección del cable en mm<sup>2</sup>.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a motores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Y en el caso en que una línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1.8 veces la potencia nominal.

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en la ITC-BT 06 y ITC-BT 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Por lo tanto para calcular la intensidad definitiva, ésta se multiplicara por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.

### 1.4.3.8 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

#### 1. Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección:

Hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada receptor de modo que la potencia suministrada por cada uno quede más o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos y el tipo de receptores a los que va a alimentar. Ya que no es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona del hall, del despacho o de las diferentes salas que se encuentran en la nave con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria que pueda provocar unos picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de dichas salas...

\*La configuración final de las líneas aparece en los planos.

2. A continuación, también hay que elegir el tipo de conductor que vamos a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...).
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar, multiconductor)

3. Tras haber tomado la decisión de los puntos anteriores ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios:

#### • CRITERIO TÉRMICO:

Dependiendo de qué opciones se hayan escogido se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC- BT 07 si es subterránea o en la ITC-BT 19 si es una instalación interior.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables unipolares de cobre y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). En el apartado de cálculo viene detallado la canalización de cada línea.

#### • CAIDA DE TENSIÓN:

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión según la ITC-BT 19, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores. Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3}LI \cos \varphi}{e\gamma}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2.I.L.\cos \varphi}{\gamma.e}$$

Dónde:

S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

I: Intensidad de la línea en (A).

L: Longitud por el conductor en (m).

$\gamma$  : Conductividad del material conductor (m/Ωmm<sup>2</sup>), en este caso la del cobre que es 56 m/Ωmm<sup>2</sup>.

e: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

$\cos \varphi$ : Factor de potencia total por la línea

4. Una vez calculada la sección de la línea según los dos criterios se escogerá el resultado que mayor sección de ambos métodos como definitiva.

5. Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 u otras ITC's correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, se adjuntan en el anexo de tablas

#### 1.4.3.9 SOLUCIONES ADOPTADAS.

##### 1.4.3.9.1 Conductores.

- RZ1-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN, (para la acometida).  
Conductor: Cobre recocido flexible clase 5.  
Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.  
Cubierta: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.  
Tª de servicio:  
Servicio permanente: 90º.  
Cortocircuito: 250º.
- RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN, (Interior Nave Industrial).  
Conductor: Cobre recocido flexible clase 5.  
Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.  
Cubierta: PVC.  
Tª de servicio:  
Servicio permanente: 90º.  
Cortocircuito: 250º.

Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los

conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

#### 1.4.3.9.2 Canalizaciones.

La canalización por donde se llevarán los conductores la dividiremos en las siguientes partes:

##### 1.4.3.9.2.1 Línea general de alimentación.

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación hasta el cuadro general en el interior de la nave, situado a 40 m. Irá enterrado a 0.7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70 cm. con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup> y el neutro por tres cables unipolares de 150 mm<sup>2</sup>. Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N

##### 1.4.3.9.2.2 Canalización general.

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajaran mediante tubos metálicos. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros.

##### 1.4.3.9.2.3 Derivaciones.

En la zona de la nave de almacenamiento, la derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará a través de tubo de acero galvanizado.

La canalización de la zona de la oficina, se realizara a través de tubo de PVC que irá a través de falso techo y por catas, y la instalación de alumbrado de emergencia y señalización por medio de tubo de acero galvanizado grapado a la pared.

TIPO DE TUBO
Tubo de PVC flexible de Ø 25 mm.
Tubo de PVC flexible de Ø 40 mm.
Tubo de PVC flexible de Ø 50 mm.
Tubo de PVC flexible de Ø 63 mm.
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 12

Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 10
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 20
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 25
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 32
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 63
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 75

#### 1.4.3.10 TOMAS DE CORRIENTE.

##### 1.4.3.10.1 Introducción.

Se han colocado tomas de corriente con un factor de utilización sobre su potencia total, y así, para el cálculo de la sección se ha tenido en cuenta igualmente, la fracción de la potencia total obtenida de multiplicar ésta por el factor de utilización.

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315. Sin embargo, las bases de toma de corriente para uso industrial seguirán lo acordado en la Norma UNE EN 60309. A continuación se expondrán algunas de las bases más utilizadas en instalaciones interiores monofásicas.

C2a	Base bipolar con contacto lateral de tierra 10/16A 250V (Base de 10/16A de uso general)	
-----	--	--

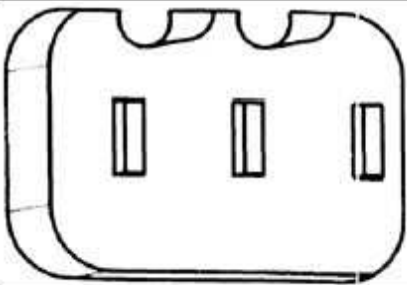
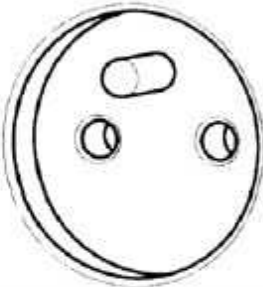
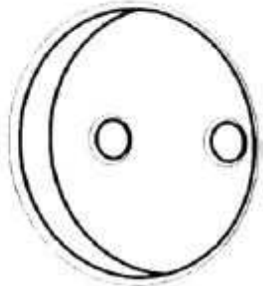
ESB 25-5a	Base bipolar con contacto de tierra 25A 250V (Base de 25A para cocina)	
C3a	: Base bipolar con espiga de contacto de tierra 10/16A 250V (Base a utilizar cuando haya que distinguir entre fase/neutro)	
NO	Las bases de toma de corriente anteriores de uso exclusivo para reposición NO SE PODRÁN MONTAR en instalaciones nuevas, ampliaciones, modificaciones ni en reparaciones de importancia de las instalaciones existentes.	

Ilustración 18 : Bases de toma de corriente I

El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

#### 1.4.3.10.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE.

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T).(aire acond.)
- Tomas de corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2x 16A).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (4p + T).

#### 1.4.3.10.3 SITUACIÓN Y NÚMERO DE TOMAS DE CORRIENTE.

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso del taller que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en instrucción ITC-BT 27

#### PLANTA BAJA:

##### ❖ Nave almacenamiento:

- 10 Tomas de Corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- 5 Tomas de Corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2p + T).
- 4 Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (4p + T).

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



- 5 Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T)(aire acondicionado)
- ❖ **Aseo mujeres/minusválidos:**
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- ❖ **Aseo hombres:**
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- ❖ **Sala de mantenimiento:**
  - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- ❖ **Cabina 1:**
  - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- ❖ **Cabina 2:**
  - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).

**ENTREPLANTA:**

- ❖ **Administración:**
  - 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2x 16A)
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T)(aire acondicionado)
- ❖ **Vestuario:**
  - 3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2x 16A).
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T)(aire acondicionado)
- ❖ **Aseo de personal:**
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- ❖ **Sala de descanso:**
  - 3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2x 16A).
  - 1 Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T)(aire acondicionado)

**1.4.3.11 INTERRUPTORES Y CONTACTORES:**

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado de la “zona de oficinas”, son de la marca BJC. La situación de estos viene detallada en el plano correspondiente:

<b>TIPO DE INTERRUPTOR</b>	<b>CANTIDAD</b>
Interruptor	9
Conmutador	4

El encendido y apagado de las lámparas de la zona de producción, se realizará desde el cuadro secundario de alumbrado, situado en la puerta de acceso a la nave y el alumbrado exterior se controlará desde el cuadro V colocado en el recibidor, todos ellos mediante contactores con sus respectivos pulsadores de marcha y parada



## 1.5 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

### 1.5.1 INTRODUCCIÓN.

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia. En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en las Instrucciones ITC-BT 22, ITC-BT 23 e ITC-BT 24, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación:
- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

### 1.5.2 CUADROS ELÉCTRICOS.

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma solo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria de la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluya:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez otros cuadros.

El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso al público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocaran junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección.

Quando no sea posible la instalación de estos cuadros en este punto próximo a la entrada de la acometida, se instalara en dicho punto, y dentro de un armario o cofret, un dispositivo de mando y protección (interruptor automático magnetotérmico) para cada una de las líneas. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.

Los cuadros secundarios, se instalaran en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio o de pánico (como salas de público), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego, preferentemente en vestíbulos y pasillos, nunca en el interior de consultas.

### 1.5.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

Todos los elementos de protección deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a los que estén sometidos, presentando el grado de protección adecuado.

Los dispositivos más adecuados para obtener una instalación segura en el presente proyecto son:

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

### 1.5.3.1 FUSIBLES.

Se colocan sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse.

Permiten su recambio bajo tensión de la instalación sin ningún tipo de peligro, además reunirán la intensidad y tensión nominales de trabajo para los que han sido contruidos.

### 1.5.3.2 INTERRUPTOR DIFERENCIAL.

Dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos.

Posee la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30 mA, 300 mA...), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.

Está formado por dos bobinas colocadas en serie con los conductores que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico puede accionar unos contactos. Si las corrientes de entrada y salida no son iguales, los flujos creados por ambas corrientes en las bobinas dejan de ser iguales y el flujo diferencial entre ellas crea una corriente  $i$  que activa el electroimán que a su vez posibilita la apertura de los contactos del interruptor.

### 1.5.3.3 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO.

Dispositivo electromecánico colocado en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas.

Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule), de tal manera que posee los siguientes elementos conectados en serie y por los que circula la corriente hacia la carga.

#### Electroimán

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendida entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, por lo que lo hace muy seguro.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

#### Láminabimetálica

Al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

## 1.5.4 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas, así como para limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
- Pérdida de producción o de producto terminado.
- Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

## 1.5.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte el aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente. Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación etc.....

Según la ITC-BT 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de  
Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.

### 1.5.6 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS:

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

Debemos conocer los siguientes términos para poder definir de forma adecuada un cortocircuito:

#### Corrientedecortocircuito

Corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene:

- Corriente alterna: se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito.
- Corriente continua: se atenúa hasta anularse completamente.

#### Corrientealternadecortocircuito

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones de a la red.

#### Impulsodelacorrientedecortocircuito

Máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

#### Corrientealternainicialdecortocircuito

Valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

#### Corrientepermanentedecortocircuito

Valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna que permanece una vez que ha finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y a la excitación nominal.

#### Extracorrientedecierre

Valor máximo instantáneo al conectar con un cortocircuito establecido inmediatamente detrás de un interruptor. Es igual al impulso de la corriente de cortocircuito y se indica como valor de cresta.

#### Extracorrientealternaderuptura

Corriente que se produce al desconectar un interruptor en caso de cortocircuito. Esta toma el valor eficaz de la corriente alterna que fluya a través de dicho interruptor en el momento de la primera apertura de contacto.

### Potencia inicial de cortocircuito

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación. (Para corriente trifásica 3).

### Retardo mínimo de desconexión

Tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.

Viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

### Tipos de cortocircuitos según las clases de defecto

Existen varias clases: Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra, cortocircuitos unipolares a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

### Impedancia de cortocircuito

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a diez veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

## 1.5.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CORTOCIRCUITOS

- Su duración: auto extingible, transitorio, permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.

- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un tablero eléctrico

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos: 80% de los casos, bifásicos: 15% de los casos. Los de este tipo, suelen degenerar en trifásicos, trifásicos: de origen, sólo el 5% de los casos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1) Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale un otro dispositivo con poder de ruptura necesario.

2) El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

### 1.5.6.2 CONSECUENCIAS DE LOS CORTOCIRCUITOS

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

- Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:
  - Degradar los aislantes.
  - Fundir los conductores.
  - Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.
- Según el circuito afectado, pueden presentarse:
  - Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### 1.5.6.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

#### 1.5.6.3.1 Corriente de cortocircuito máxima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes

Dicha corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccmax} = C \times U_s / (\sqrt{3} Z_d)$$

Donde:

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito eficaz en A.

$C$  = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

$U_s$  = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

$Z_d$  = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en  $\Omega$ .

Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PDC \geq I_{ccmax}$$

Siendo PDC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

#### 1.5.6.3.2 Corriente de cortocircuito mínima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico. Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccmin} = C \times U_s \times \sqrt{3} / (2 Z_{dnueva} + Z_o)$$

Dónde:

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito eficaz en A.

$C$  = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

$U_s$  = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

$Z_{dnueva}$  = impedancia directa en  $\Omega$ , teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

$Z_o$  = impedancia homopolar en  $\Omega$ .

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acotará del siguiente modo:

$$I_{\text{cálculo}} \leq I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{admisible}}$$

Dónde:

$I_{\text{cálculo}}$ : Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{cal}} = P / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi)$$

- $I_{\text{admisible}}$ : Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT 19 del Reglamento de Baja Tensión.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico haciendo el siguiente cociente:

$$\frac{I_{\text{ccmín}}}{\text{Calibre}}$$

Dependiendo del cociente determinaremos el tipo de curva:

- Menor que 10 -> La curva es de tipo B
- Entre 10 y 20 -> La curva es de tipo C
- Mayor que 20 -> La curva es de tipo D

### 1.5.6.3.3 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

#### Impedancia directa ( $Z_d$ ):

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia  $Z$  compuesta de:

- un elemento resistivo puro  $R$ .
- un elemento inductivo puro  $X$ , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de  $R$  y  $X$ ; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{\text{aut}}$$

#### Impedancia de la línea de MT/AT ( $Z_a$ ):

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba, llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = U_s^2 / S_{cc}$$

Dónde:

$U_s$  = tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito en VA.

$Z_a$  = impedancia aguas arriba del defecto en  $j\Omega$ . Es totalmente inductiva.

### Impedancia del transformador de distribución ( $Z_T$ ):

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = U_s^2 \times U_{cc} / S$$

Dónde:

$U_s$  = tensión en vacío entre fases en voltios.

$U_{cc}$  = tensión de cortocircuito en %. (4%)

$S$  = potencia aparente en VA del transformador (630 KVA)

$Z_T$  = impedancia o reactancia al secundario en  $j\Omega$ .

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como del aparellaje de alta tensión lo podemos considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

### Impedancia de los conductores ( $Z_L$ ):

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \times L / S$$

Dónde:

$R$  = resistencia del conductor en  $\Omega$ .

$\rho$  = resistividad del material. La resistividad  $\rho$  de un conductor de cobre a 20°C es  $0.01724 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

$L$  = longitud del conductor.

$S$  = sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a  $150 \text{mm}^2$  se desprecia la reactancia de la línea

### Impedancia de los automatismos ( $Z_{aut}$ ):

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de  $0,15 j\text{m}\Omega$ .

$$Z_{aut} = X_{aut} = n^\circ \text{ de automatismos} \times 0,15 j\text{m}\Omega$$

En el  $N^\circ$  de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, diferenciales, fusibles... etc.

### Impedancia directa nueva ( $Z_{dnueva}$ ):

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la  $Z_d$  de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva  $Z_L$ , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito ( $250^\circ$ ). Para ello se hace la siguiente transposición

$$Z_{L250^{\circ}} = Z_{L20^{\circ}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

Dónde:

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^{\circ} - 20^{\circ} = 230^{\circ}$$

Por tanto:

$$Z_{dnueva} = Z_a + Z_T + Z_{L250^{\circ}} + Z_{aut}$$

### Impedancia homopolar ( $Z_o$ ):

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{auto}$$

Dónde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{To} = Z_T$$

$$Z_{Lo} = 3 \times Z_{L250^{\circ}}$$

$$Z_{auto} = 3 \times Z_{aut}$$

### 1.5.6.4 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas, se puede producir:

a) Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (Contacto Directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.

b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar

bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud, los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo- corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a

30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, fija según la instrucción ITC-BT 24 estos valores:

- ☐ 24 V, para Locales o emplazamientos húmedos.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- 50 V en los demás casos.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

### 1.5.6.4.1 Protección contra contactos directos

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (ej. armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ello se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el apartado c, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

### 1.5.6.4.2 Protección contra contactos indirectos

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

$R_A$  = suma de las resistencias de tima de tierra y de los conductores de protección de las masas.

$I_A$  = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

$U$  = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles interruptores automáticos.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos:  $R \leq (50 / I_s)$
- En locales húmedos o mojados  $R \leq (24 / I_s)$

Siendo  $I_s$  la sensibilidad en mA.

#### 1.5.6.5 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

Las CGP, que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación, marcan el límite de la propiedad del usuario. Se le aplicarán todas las disposiciones mostradas en la ITC-BT-13, punto 1.

Las CGP a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública correspondiente. Como el suministro es para un único usuario se colocarán la caja general de protección y el equipo de medida como un único elemento al cual se denominará caja de protección y medida. Siguiendo el apartado 1.1. de la ITC-BT-13 y teniendo en cuenta las normativa particular de la empresa suministradora.

#### 1.5.6.6 COORDINACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS

La coordinación entre dispositivos de una misma instalación es un tema a tener en cuenta ya que las características de tiempo y corriente deben ajustarse en el lugar de instalación de manera que en una instalación ramificada.

En el caso de los interruptores automáticos magnetotérmicos colocados en serie, se conseguirá la selectividad mediante la colocación aguas abajo de un aparato de menor intensidad que el colocado aguas arriba. Además se colocan los interruptores con las curvas de disparo adecuadas siguiendo las tablas de selectividad del fabricante.

#### 1.5.6.7 FILIACIÓN

La filiación es la utilización del poder de limitación de los interruptores automáticos, esta posibilidad de instalar aguas abajo interruptores automáticos menores poderes de corte. La limitación de la intensidad se hace a todo lo largo del circuito controlado por el interruptor limitador de aguas arriba, la filiación afectará a todos los automáticos colocados aguas abajo

#### 1.5.6.8 SELECTIVIDAD

Con los interruptores diferenciales, se presentan problemas análogos a los relativos a la instalación de los interruptores automáticos; la exigencia de reducir al mínimo posible, la parte de la instalación que queda fuera de servicio en caso de defecto. La selectividad será la propiedad que tienen los dispositivos de protección diferencial para que en caso de defecto sólo salte la protección que inmediatamente después del defecto sin que cause la desconexión de todos los demás receptores.

Para alcanzar una selectividad total, el interruptor diferencial situado aguas arriba debe ser de tipo selectivo.

Los tiempos de disparo de los dos aparatos conectados en serie deben estar coordinados para que el tiempo total de disparo  $t_2$  del interruptor situado aguas abajo sea menor que el tiempo límite de no respuesta  $t_1$  del situado aguas arriba, para cualquier valor de corriente. De esta forma, el interruptor situado aguas abajo completa su apertura antes de que dispare el situado aguas arriba.

Para garantizar una selectividad total, el valor de la sensibilidad del aparato instalado aguas arriba debe ser mayor que el doble del situado aguas abajo según IEC 64-8/563.3. Por razones de seguridad, el valor de retardo, del tiempo de disparo del interruptor instalado aguas arriba, deben siempre estar por debajo de la curva de seguridad.

### 1.5.6.9 LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 29, podemos agrupar todos aquellos emplazamientos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamarse, deflagrar o explosionar, siendo sostenida la reacción por el aporte de oxígeno procedente del aire ambiente en que se encuentran.

En nuestra nave esto se aplicará en la cabina de barnizado.

Para alcanzar el adecuado nivel de seguridad aceptable se fundamenta en el empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas, así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, inspección, mantenimiento y reparación, en función del tipo de emplazamiento en los que se pueden producir atmósferas explosivas.

#### 1.5.6.9.1 Clasificación de los emplazamientos

Podemos diferenciar dos tipos:

##### Clase I

Emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

Podemos diferenciar tres zonas:

- Zona 0: atmósfera constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla. Se sitúa de forma permanente.
- Zona 1: en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire y sustancias inflamables en forma de gas.
- Zona 2: una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, o en la que en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

Podemos diferenciar los diversos emplazamientos de Clase I:

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos.
- Cabinas de pintura de pulverización y utilización de disolventes.
- Secaderas de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites.
- Depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Lavanderías y tintorerías.
- Salas de gasóleos.

---

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Instalación donde se produzcan, manipulen, almacenen o consumen gases inflamables.
- Salas de bombas o de compresores líquidos y gases inflamables.

### Clase II

Aquellos en los que puede haber polvo inflamable.

Podemos diferenciar tres zonas

- Zona 20: emplazamientos en los que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado.
- Zona 21: formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.
- Zona 22: en caso de formarse una atmósfera explosiva peligrosa, sólo subsiste por breve espacio de tiempo

Diferenciamos los siguientes establecimientos:

- Zona de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria.
- Industria química y farmacéutica.
- Emplazamientos de pulverización de carbón.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Trabajos con polvos metálicos.
- Zona de tratamientos textiles.
- Fabricación y procesado de fibras.
- Plantas desmontadoras de algodón.
- Talleres de confección.
- Industrias de procesado de madera tales como carpintería.

### 1.5.6.9.2 Pasos a seguir para prevenir

La instrucción 29 de Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, junto con la norma UNE-EN 60079 tienen por objeto conseguir que la instalación eléctrica en un local especialmente peligroso, o con posibilidades de serlo, no suponga un riesgo adicional a la propia naturaleza del local. Es decir, conseguir que la instalación sea segura.

Para ellos habrá que seguir unos pasos:

- Correcta clasificación de los emplazamientos. Según la clasificación que se le dé al emplazamiento, se recurrirá a unas determinadas medidas u otras.
- Acotación de los riesgos.
- Correcta instalación. Clasificados los emplazamientos, y acotados los riesgos que se nos pueden presentar en cada uno de ellos, será necesaria a la hora de realizar la instalación, la adopción de las medidas que imponga la aparición de dichos riesgos, sobre todo en lo que se refiere a los siguientes puntos: selección de los materiales, medidas de construcción de materiales y medidas constructivas de la instalación.
- Correcta explotación, conservación y mantenimiento.

### Fuentes de Escape

Las zonas peligrosas se identifican con la identificación de las fuentes de escape y la determinación de su grado.

Una atmósfera explosiva solo puede existir si un gas o vapor inflamables están mezclados

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

con el aire, es necesario determinar si alguna de las sustancias inflamables puede aparecer en el emplazamiento afectado.

Por regla general, tales gases o vapores están contenidos en el interior de recipientes que pueden estar o no totalmente cerrados. Es necesario identificar los lugares donde un escape de sustancias inflamables pueda crear una atmósfera inflamable.

Si esta constatado que el equipo puede liberar sustancia inflamable a la atmósfera, habrá que determinar en primer lugar, el grado de escape, estableciendo la probabilidad de frecuencia y duración de escape. Hay tres grados básicos de escape:

- Grado de escape continuo: Escape que se produce de forma continua o se espera que ocurra frecuentemente o durante largos periodos.
- Grado de escape primario: Escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.
- Grado de escape secundario: Escape que no se prevé en funcionamiento normal y, si se produce, es probable que ocurra infrecuentemente y en periodos de corta duración.
- 

### 1.5.6.9.3 Solución adoptada

Analizando la nave que queremos iluminar, vemos que sería una nave de clase II y zona 22, es decir, un emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por breve espacio de tiempo.

Por todo ello sea decidido llevar la bandeja portacables de malla a una altura elevada, en concreto a 5,5 m de altura, y de esta manera conseguir que llegue la menor cantidad de polvo a la bandeja.

### 1.5.6.10 SOLUCIÓN DE PROTECCIÓN

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor de corte a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

Se instalarán interruptores diferenciales de las siguientes sensibilidades:

- Cabecera de la línea del C.G.D: Is = 500 mA.
- En líneas de fuerza: Is = 300 mA.
- En líneas de alumbrado: Is = 30 mA.

Los interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección utilizados son de la marca MERLIN GUERIN. A su elección tendremos en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto a tierra peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, dotaremos a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms. Se incrementará el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de la línea.

#### 1.5.6.11 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

##### **ENTRADA:**

Sección del cable: 3 x ((3x240)/120 + TT 120) mm<sup>2</sup>.  
RZ1-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 1000A.
  - Poder de corte: 70kA.
  - Nº de polos: III + N.
  - Curva: D.
- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 300A.
  - Sensibilidad: 300mA.
  - Nº de polos: 4P.

##### **SALIDAS:**

###### Línea Cuadro auxiliar 1:

Sección del cable: 3 x 10/10 +10 TT mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 20A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - Nº de polos: III + N.
  - Curva C.

###### Línea Cuadro auxiliar 2:

Sección del cable: 3 x 6/6 + 6TT mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 40A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - Nº de polos: III + N.
  - Curva C.

###### Línea Cuadro auxiliar 3:

Sección del cable: 3 x70/35 + TT 35 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 160A.
  - Poder de corte: 36 kA.
  - Nº de polos: III + N.
  - Curva: C.

### Línea Cuadro auxiliar 4:

Sección del cable: 3 x 10/10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 63A.
- Sensibilidad: 300mA.
- N° de polos: 4P

### Línea Cuadro auxiliar 5:

Sección del cable: 3 x 95/50 + TT 50 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 250A.
- Poder de corte: 50kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 300A.
- Sensibilidad: 300mA.
- N° de polos: 4P.

### Línea de la batería de condensadores:

Sección del cable: 3 x 70/35 + TT 35 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 250A.
- Poder de corte: 50kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 300A.
- Sensibilidad: 300mA.
- N° de polos: 4P.

## 1.5.6.12 SOLUCIÓN CUADROS AUXILIARES

### 1.5.6.12.1 CUADRO AUXILIAR 1

#### **ENTRADA:**

Sección del cable: 3 x 2,5/2,5 + TT 2,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 20A.

- Poder de corte: 25kA.

- N° de polos: III.

- Curva: D.

- (2 x) Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 10A.

- Sensibilidad: 300mA.

- N° de polos: 4P.

#### **SALIDAS:**

##### Circuito 1:

Sección del cable: 3 x 10/10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 20A.

- Poder de corte: 25kA.

- N° de polos: III.

- Curva: C.

##### Circuito 2:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 3A.

- Poder de corte: 6kA.

- N° de polos: III.

- Curva: C.

##### Circuito 3:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 3A.

- Poder de corte: 6kA.

- N° de polos: III.

- Curva: C.

##### Circuito 4:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 3A.

- Poder de corte: 6kA.

- N° de polos: III

- Curva: C.

##### Circuito 5:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

## MEMORIA

---

Características principales:

- Calibre: 3A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: III.
- Curva: C.

Circuito 6:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 3A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: III.
- Curva: C

### 1.5.6.12.2 CUADRO AUXILIAR 2:

#### ENTRADA:

Sección del cable: 3 x 16/10 + TT 10 mm<sup>2</sup> RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: D.

- (2x) Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 25A.
- Sensibilidad: 30mA.
- N° de polos: 4P.

#### SALIDAS:

Circuito 1:

Sección del cable: 3 x 4/4+ TT 4 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III.
- Curva: C.

Circuito 2:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III.
- Curva: C.

Circuito 3:

Sección del cable: 3 x 1,5/1,5 + TT 1,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 10A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III.
- Curva: C.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

### 1.5.6.12.3 CUADRO AUXILIAR 3

#### **ENTRADA:**

Sección del cable: 3 x70/35 + TT 35 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 160A.
- Poder de corte: 36kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: D.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 80A.
- Sensibilidad: 30mA.
- N° de polos: 4P.

#### **SALIDAS:**

##### Circuito 1:

Sección del cable: 2 x 10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 20kA.
- N° de polos: I
- Curva: C.

##### Circuito 2:

Sección del cable: 2 x 10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 20kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C

##### Circuito 3:

Sección del cable: 3 x 10/10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: III+N.
- Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Sensibilidad: 30mA.
- N° de polos: 4P.

##### Circuito 4:

Sección del cable: 2x10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 20kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:
- Calibre: 40A.
- Sensibilidad: 30mA.
- Nº de polos: 4P.

### 1.5.6.12.4 CUADRO AUXILIAR 4

#### **ENTRADA:**

Sección del cable: 3 x 10/10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 25kA.
- Nº de polos: III + N.
- Curva: D.

- 3x Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 50A.
- Sensibilidad: 30mA.
- Nº de polos: 2P.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 100A.
- Sensibilidad: 30mA.
- Nº de polos: 2P.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 25A.
- Sensibilidad: 300mA.
- Nº de polos: 2P.

#### **SALIDAS:**

##### Circuito 1:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 25A.
- Poder de corte: 25kA.
- Nº de polos: I.
- Curva: C.

##### Circuito 2:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:

- Calibre: 25A.
- Poder de corte: 25kA.
- Nº de polos: I.
- Curva: C.

##### Circuito 3:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

Circuito 4:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

Circuito 5:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

Circuito 6:

Sección del cable: 6 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

Circuito 7:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:

- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Sensibilidad: 30mA.
  - N° de polos: 2P.

Circuito 8:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C

Circuito 9:

Sección del cable: 2 x 6 + TT 6 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

## MEMORIA

---

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

### Circuito 10:

Sección del cable: 2 x 2.5 + TT 2.5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 16A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

### Circuito 11:

Sección del cable: 2 x 10 + TT 2.5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 16A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I.
  - Curva: C.

## 1.5.6.12.5 CUADRO AUXILIAR 5

### **ENTRADA:**

Sección del cable: 3 x 95/50 + TT 50 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 250A.
  - Poder de corte: 50kA.
  - N° de polos: III + N.
  - Curva: D.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 300A.
  - Sensibilidad: 300mA.
  - N° de polos: 4P.

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:
- Características principales:
- Calibre: 100A.
  - Sensibilidad: 300mA.
  - N° de polos: 2P.



**SALIDAS:****Circuito 1:**

Sección del cable: 2 x 16 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin

Gerin:

Características principales:

- Calibre: 50A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C.

**Circuito 2:**

Sección del cable: 2 x 16 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 50A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C.

**Circuito 3:**

Sección del cable: 2 x 10 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 40A.
- Poder de corte: 20kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C.

**Circuito 4:**

Sección del cable: 2 x 16 + TT 10 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 50A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C

**Circuito 5:**

Sección del cable: 2 x 2,5+ TT 2,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 16A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C.

**Circuito 6:**

Sección del cable: 2 x 2,5 + TT 2,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 16A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

### Circuito 7:

Sección del cable: 2 x 2,5 + TT 2,5 mm<sup>2</sup>. RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 16A.
- Poder de corte: 25kA.
- N° de polos: I.
- Curva: C

## 1.6 PUESTA A TIERRA

### 1.6.1 INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| - Locales húmedos | 24 voltios. |
| - Locales secos   | 50 voltios. |

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

### 1.6.2 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedente de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

## 1.6.3 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

### 1.6.3.1 EL TERRENO

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

### 1.6.3.2 LAS TOMAS DE TIERRA

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

#### 1.6.3.2.1 Electrodo

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueden presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ello, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado.

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- **Placas:** Serán placas de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocaran separadas una distancia de 3 metros.
- **Picas:** Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a los 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- **Conductores enterrados:** Se usaran cables de cobre desnudo de al menos 35 mm<sup>2</sup> de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5 mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

profundidad no inferior a los 50 cm.

- **Mallas metálicas:** Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las fórmulas que se deben utilizar para calcular estas resistencias vienen recogidas en la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 1.6.3.2.2 Línea de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

#### 1.6.3.2.3 Punto de puesta a tierra

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. La instalación que lo precise, dispondrá de un número suficiente de puntos de puesta a tierra convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

### 1.6.3.3 LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

### 1.6.3.4 LAS DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC BT 18.

<i>Secciones de los conductores de fase (mm<sup>2</sup>)</i>	<i>Secciones mínimas de los conductores de protección (mm<sup>2</sup>)</i>
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

- Con un mínimo de  $2.5 \text{ mm}^2$  si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- Con un mínimo de  $4 \text{ mm}^2$  si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

### 1.6.3.5 LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC BT 19.

### 1.6.4 ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- a) Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- b) Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- c) Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- d) Instalación de pararrayos.
- e) Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- f) Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- g) Toda masa o elemento metálico significativo.
- h) Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

### 1.6.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de  $50 \text{ mm}^2$  desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarcara una "L" de 50 metros de longitud con picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud dispuestas cada 10 metros.

El número total de picas será 6, y toda la red estará unida en mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al cable de cobre desnudo.

El cable de puesta a tierra se conectará al borneo principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

## 1.7 POTENCIA A COMPENSAR

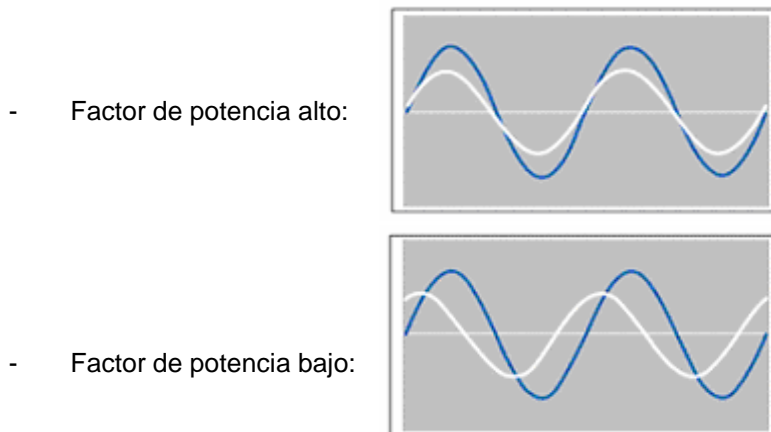


### 1.7.1 INTRODUCCIÓN

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos.

Dando lugar a pérdidas en los conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechado directamente por los receptores.

La energía reactiva está representada por el  $\cos\phi$  o factor de potencia, por lo que la potencia útil que se dispone en una instalación aumenta conforme se mejora el  $\cos\phi$  de la instalación.



El factor de potencia depende de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento siendo independiente del rendimiento propio de estos receptores.

### 1.7.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA

Podemos definir estas ventajas:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas.
- Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- Reducción del dimensionamiento de las líneas.
- Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.
- La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
- Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.
- Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente  $S$  para una misma potencia activa  $P$  disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.
- Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
- Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:

$$0.9 < \cos\phi < 1$$

## 1.7.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

### 1.7.3.1 PROCEDIMIENTOS DIRECTOS

Procuran disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.

Los más importantes son:

- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.
- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.

### 1.7.3.2 PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS

Compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores.

Se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios (síncronos): motores que trabajan sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos (condensadores): pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

## 1.7.4 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN

Tras realizar la compensación directa, si aun así el factor de potencia no es adecuado se realizará una compensación indirecta con una batería de condensadores.

### 1.7.4.1 Clasificación por la situación de la compensación

#### Situación en cabecera

Cuando los condensadores se sitúan en la cabecera de la instalación, se consigue una reducción del consumo de energía reactiva y por tanto se evitarán las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía.

También se conseguirá ajustar la potencia aparente “S”, a lo que se necesite en la instalación.

#### Situación en cada receptor inductivo

Cuando los condensadores se sitúan en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

#### Situación en una zona intermedia

Cuando los condensadores se sitúan en una zona intermedia, se conseguirá evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

### 1.7.4.2 Clasificación por el tipo de condensador

#### Compensación fija

En todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

#### Compensación automática (variable)

Se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el  $\cos\phi$  objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el  $\cos\phi$  de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

Se elegirá compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, motores...). De tal manera que se colocará un equipo de compensación automática en la cabecera de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

### 1.7.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada es la compensación automática por batería de condensadores, que se define como:

- La potencia kVA., que vendrá dada por los cálculos efectuados y dependerá del  $\cos\phi$  objetivo que se desea tener en la instalación.
- Tensión nominal, que siempre deberá ser mayor o igual a la tensión de red.
- La regulación de la batería, que indicará el escalonamiento físico de la misma.

#### Product data sheet Characteristics

65928

capacitor bank - Varset Fast - 400V - 3.8 - 125kvar - step 5x25



#### Main

Range of product	Varset Fast
Device short name	Varset Fast
Device presentation	Cubicle A3
Network frequency	50 Hz
Capacitor technology	3P capacitor
Reactive power rating	125 kvar for 400 V AC 50 Hz
Number of steps	5 x 25 kvar
Network voltage	400...415 V AC 50 Hz
Network pollution level	Highly polluted ( > 25...< 50 % ) at 400...415 V
Tuning order	3.8 - 190 Hz
[U <sub>i</sub> ] rated insulation voltage	690 V

## 1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 1.8.1 INTRODUCCIÓN

El artículo 13 del REBT indica que, para la reserva de local, se seguirán las prescripciones recogidas en los artículos 45 y 47 del R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas y de ejecución de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a una nave industrial.

### 1.8.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones oficiales siguientes:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de transformación, e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de noviembre de 1982).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de agosto de 2002).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Normas y recomendaciones de diseño de la paramenta eléctrica:
  - UNE 20081, 20099, 20100, 20101, 20104-1, 20801, 20135, 21136, 21139, 21428
  - CEI 129, 265-1, 298, 56, 420, 694, 255, 801
  - RU 6407B, 5201D

### 1.8.3 TITULAR

El Centro de transformación será propiedad de la empresa de almacenamiento de materiales.

### 1.8.4 EMPLAZAMIENTO

El CT se ubicará en la parte trasera de la nave en el Polígono industrial.

### 1.8.5 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo exterior, y dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la nave, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado. Será necesaria una caseta o edificio prefabricado de obra civil.

El centro de transformación será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL. Se encuentra situado en la parte delantera de la nave, a la misma altura de nivel que la nave industrial.

La acometida al mismo será aérea, alimentando al centro mediante una red de Media

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimiento de aparellaje.
- b) Compartimiento del juego de barras.
- c) Compartimiento de conexión de cables.
- d) Compartimiento de mando.
- e) Compartimiento de control.

### 1.8.6 CARÁCTERÍSTICAS DE LAS CELDAS

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafloruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-20.099-90.

### 1.8.7 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

#### 1.8.7.1 OBRA CIVIL

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### Características de los Materiales

Edificio de Transformación: PFU-4

### 1.8.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 1.8.8.1 LOCAL

El centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad, situado en la parte trasera de la nave.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de dos puertas, una peatonal y otra para el CT. Dichas puertas permanecerán cerradas con un sistema de cierre que permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

### 1.8.8.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de ORMAZABAL.

Las características más destacadas del prefabricado serán:

**Compacidad:**

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Calidad en origen.
- Reducción del tiempo de instalación.
- Posibilidad de posteriores traslados.

**Facilidad de instalación:**

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

**Material:**

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes, techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado, se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica y una perfecta impermeabilidad.

**Equipotencialidad:**

La propia armadura de mallazo electro-soldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación UNESA las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema equipotencial.

Entre la armadura equipotencialidad, embebida de hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencialidad será accesible desde el exterior.

**Impermeabilidad:**

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguado directamente al exterior desde su perímetro.

**Pinturas:**

El acabado de las superficies exteriores se efectuará con pintura acrílica, de color blanco-crema y textura rugosa en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

**Grados de protección:**

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será IP339.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

## MEMORIA

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

### Envolvente

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

### Suelos

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremos sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

### Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad suficiente para transformadores de hasta 630 KVA, estando así diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.

### Puertas y rejillas de ventilación

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con resina epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrá mantener en la posición de 90° con retenedor metálico.

El acabado estándar del centro se realiza con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes y marrón en los techos, puertas y rejillas.

Las dimensiones del centro de transformación quedan reflejadas en el siguiente cuadro:

	Dimensiones exteriores	Dimensiones interiores	Dimensiones excavación
<b>Longitud (mm)</b>	4460	4280	5260
<b>Anchura (mm)</b>	2380	2200	3180
<b>Altura (mm)</b>	3045	2355	560 (Profundidad)
<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	10,7	9,4	



Peso = 12.000 Kg

Los equipos eléctricos inmersos en el centro de transformación serán prefabricados y cumplirán con las especificaciones indicadas en MIE RAT 19.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

### 1.8.8.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### 1.8.8.3.1 INTRODUCCIÓN

El centro de transformación se compone de una serie de celdas unidas eléctricamente entre sí, de un transformador y de un cuadro de baja tensión.

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectará una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles. Seguidamente se conectará una celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

#### 1.8.8.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo aéreo a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

#### 1.8.8.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA EN MEDIA TENSIÓN

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

##### **Celdas CGM:**

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la

celda y los accesos de los accionamientos del mando y, en la parte inferior, se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba:

La cuba fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparamenta del centro de transformación.

- Interruptor –Seccionador –Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CHM tiene las tres posiciones:  
conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F):

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal, si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal, si el seccionador de puesta

a tierra está abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

	24 kV
<b>Intensidad nominal [A]</b>	
Embarrado general	Hasta 1600
Derivaciones	Hasta 1600*
<b>Onda de choque [kV]</b>	
Entre fases y tierra	125
Distancia de seccionamiento	145
<b>Frecuencia industrial 1 min [kV]</b>	
Entre fases y tierra	50
Distancia de seccionamiento	60
<b>Intensidad nominal de corte en cortocircuito [kA]</b>	25
<b>Capacidad de cierre en cortocircuito (cresta) [kA]</b>	63
<b>Intensidad nominal corta duración [kA – 3 s]</b>	25
<b>Resistencia frente a arcos internos [kA – 1 s]</b>	25
<b>Capacidad de corte combinación interruptor-fusibles [kA]</b>	25
<b>Frecuencia [Hz]</b>	50/60
<b>Grado de Protección</b>	IP3X

(\*) Para celda de protección con fusibles = 200 A

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica.

#### 1.8.8.4 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

El elemento de salida en Baja Tensión será un interruptor automático de 400 que tiene como misión actuar como protección general de la instalación eléctrica de potencia en baja Tensión.

#### 1.8.8.5 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MEDIA TENSIÓN

##### ➤ **Entrada <: CMR**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un = 24 KV e In = 400 A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 135 Kg de peso.

La celda CMR, o celda de remonte, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6.

Permite comunicar y proteger el remonte de cables hacia el embarrado.

##### ➤ **Celda de protección con fusibles**

Celda con envolvente metálica prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo UN = 24 KV e In = 400 A y 480 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 Kg de peso.

## MEMORIA

---

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura: 400A
- Intensidad de cortocircuito: 16KA/20KA
- Capacidad de cierre: 40KA
- Fusibles: 3x63A

### ➤ Celda de medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un = 24 KV y 800 mm de ancho por 1025 de fondo por 1800 de alto y 180 Kg de peso.

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos auxiliares y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar In = 400 A
- 3 transformadores de intensidad de relación 30 – 60 / 5 A Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- 2 transformadores de tensión, bipolares de relación 13.200 – 22.000 / 110, Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- Embarrado de puesta a tierra

### ➤ Transformador

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro. El transformador a instalar será de la marca Cotradis (Ormazabal) conectado con acoplamiento Dyn 11.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia: 630 KVA
- Tensión primaria: 13,2/20 kV
- Refrigeración: natural.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- Aislamiento: aceite mineral.
- Cuba de aletas: Llenado integral.

EQUIPO BASE:

- Pasatapas de media tensión de porcelana.
- Pasatapas de baja tensión de porcelana.
- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión.
- 2 cáncamos de elevación y desencubado
- Orificio de llenado
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- 4 ruedas bidireccionales
- 2 tomas de puesta a tierra

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL TRANSFORMADOR:

Potencia en KVA	630
Tensión primaria	13,2 / 20
Tensión secundaria en vacío	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en vacío (W)	1300
Pérdidas en carga (W)	6500
Tensión de cortocircuito (%)	4
Caída de tensión a plena carga (%)	1.1
Rendimiento (%)	98,8

DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR:

Potencia (KVA)	630
Largo (mm)	1780
Ancho (mm)	1080
Alto (mm)	1395
Volumen líquido aislante (l)	540

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

### 1.8.8.6 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN

#### **Entrada:**

Sección del cable:  $3 \times (2 \times 300) / 300 + TT \ 300 \text{ mm}^2$ .

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 1000A.
  - Poder de corte: 70kA.
  - N° de polos: III + N.
  - Curva: C.
- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 40A.
- Sensibilidad: 30mA.
  - N° de polos: 4P.
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 1A.
- Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I+N.
  - Curva: C.

#### **SALIDAS:**

##### LCT1:

Sección del cable:  $2 \times 1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$ . RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

##### LCT2:

Sección del cable:  $2 \times 1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$ . RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

##### LCT3:

Sección del cable:  $2 \times 4 + TT \ 4 \text{ mm}^2$ . RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 25A.
  - Poder de corte: 25kA.
  - N° de polos: I+N.
  - Curva: C.

##### LCT4:

Sección del cable:  $3 \times ((3 \times 240) / 150 + TT \ 150) \text{ mm}^2$ . RZ1-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin: Características principales:
  - Calibre: 1000A.
  - Sensibilidad: 500mA.
  - N° de polos: 4P.

## 1.8.9 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

### 1.8.9.1 INTRODUCCIÓN

Todo centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Este sistema de puesta a tierra complementado con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

El diseño de la puesta a tierra del centro de transformación se efectuará mediante la aplicación del documento UNESA “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría”

Se dispondrá por tanto de una tierra de protección a la que se conectarán, de acuerdo con la instrucción MIE-RAT 13, todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectará a la tierra de protección entre otros los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas del centro de transformación.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conjuntos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

De igual manera se dispondrá por tanto de una puesta a tierra de servicio a la que se conectarán, según la instrucción MIE-RAT 13, los elementos necesarios de la instalación. La puesta a tierra de servicio será separada e independiente respecto a la puesta a tierra de protección.

Se conectará a la tierra de servicio entre otros los siguientes elementos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, etc.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible, la seguridad de las personas que manejan los mandos del centro de transformación, además de dotarlo con un sistema de puesta a tierra como indica la MIE RAT 13, se tendrá a disposición del personal, guantes y calzados aislantes.

### 1.8.9.2 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la tabla de la ITC BT 18, tabla 3 y sabiendo que nuestra naturaleza del terreno se basa en suelo pedregoso cubierto de césped, obtenemos un valor orientativo de la resistividad del terreno, que será de 300 a 500  $\Omega\text{m}$  (valor medio 400  $\Omega\text{m}$ ).

### 1.8.9.3 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO

El cálculo que se ha empleado para el estudio de la instalación de tierras es el que la comisión de Reglamentos de UNESA ha desarrollado en “Método de cálculo y proyectos de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación de tercera categoría”.

En instalaciones eléctricas de alta tensión de tercera categoría, los parámetros de la red que definen la corriente de puesta a tierra son, la resistencia y la reactancia de las líneas. El aspecto más importante que debe tenerse presente en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red. En este caso el neutro irá conectado rígidamente a tierra.

Cuando se produce un defecto a tierra, este se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por la orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad de defecto.

A efectos de determinar el tiempo máximo de eliminación de la corriente de defecto a tierra, el elemento de corte será un interruptor cuya desconexión está controlada por un relé que establezca su tiempo de apertura. Los tiempos de apertura del interruptor, incluido el de extinción del arco, se consideran incluidos en el tiempo de actuación del relé.

### 1.8.9.4 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### 1.8.9.4.1 Tierra de Protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las celdas, prefabricadas, cubas de los transformadores, envolventes metálicas de los cuadros de baja tensión.

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de picas en rectángulo de 5 x 3 m cuyo código de identificación es 50-30/8/84 dentro del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

#### 1.8.9.4.2 Tierra de Servicio

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de 8 picas en hilera separadas 3 m cuyo código de identificación es 8/82 dentro del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

### 1.8.10 AISLAMIENTO

Todos los elementos que se utilicen en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 KV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 KV, el valor eficaz de la tensión más elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



1,2 / 50µseg - 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

## 1.8.11 INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 1.8.11.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se dotará de alumbrado de emergencia mediante una luminaria colocada encima de las puertas de entrada.

El alumbrado de emergencia se realizará con el mismo tipo de lámparas de emergencia de la nave.

- 1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
 N° de artículo: K231/2P  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
 Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



- 1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
 N° de artículo: K244/6N-E  
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
 Potencia de las luminarias: 0.0 W  
 Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
 Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



### 1.8.11.2 ILUMINACIÓN

El método para conocer el alumbrado necesario en la caseta del centro de transformación es el mismo que en la nave, por lo que se utilizará alumbrado superficial ya que la caseta del centro de transformación es prefabricada.

- 2 Pieza PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso (Luminaria): 2177 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm  
 Potencia de las luminarias: 36.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 68  
 Código CIE Flux: 31 59 83 68 65  
 Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).



### 1.8.11.3 VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire de 1.95 m<sup>2</sup>, y dos rejillas situadas en la parte superior de superficie total 2.30 m<sup>2</sup> para la salida del aire.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

### 1.8.11.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B de nieve carbónica, 5 kg.

Al estar dividida la caseta del centro de transformación en 2 partes, se ubicara un extintor en cada una de ellas.

### 1.8.11.5 ELEMENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por si solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme a la exigencia de la norma UNE 20.099

Las celdas estará separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, los que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.

El centro estará dotado con el siguiente equipamiento auxiliar.

- Banqueta aislante
- Cuadro de primeros auxilios
- Un par de guantes aislantes
- Placa de peligro y cartel de primeros auxilios para guía en caso de accidente eléctrico (cinco reglas de oro)

**Pamplona, Septiembre de 2013**

**Estefanía Pezonaga Nicasio**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento Nº2: Cálculos

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013

## INDICE

2.1	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	5
2.1.1	INTRODUCCIÓN.....	6
2.1.2	CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	6
2.1.3	CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.....	7
2.1.4	CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	7
2.2	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LÍNEA.....	9
2.2.1	INTRODUCCIÓN.....	10
2.2.2	TABLA RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE LOS CUADROS.....	11
2.2.2.1	CUADRO AUXILIAR 1.....	11
2.2.2.2	CUADRO AUXILIAR 2.....	11
2.2.2.3	CUADRO AUXILIAR 3.....	12
2.2.2.4	CUADRO AUXILIAR 4.....	12
2.2.2.5	CUADRO AUXILIAR 5.....	13
2.2.2.6	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	14
2.2.3	CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.....	14
2.2.4	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	14
2.2.4.1	INTRODUCCIÓN.....	14
2.2.4.2	ACOMETIDA. TRANSFORMADOR–C.G.D.....	15
2.2.5	CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CABLE Y CANALIZACIÓN.....	15
2.2.5.1	Introducción.....	15
2.2.5.2	Sección a intensidad máxima admisible ( $I'_{cal}$ ).....	15
2.2.5.3	Caída de tensión.....	15
2.2.5.4	Canalizaciones.....	16
2.2.5.5	Solución cuadro general de distribución.....	17
2.2.5.6	Cuadro general de distribución.....	17
2.2.5.7	Cuadro auxiliar 1.....	18
2.2.5.8	CUADRO AUXILIAR 2.....	18
2.2.5.9	CUADRO AUXILIAR 3.....	18
2.2.5.10	CUADRO AUXILIAR 4.....	19
2.2.5.11	CUADRO AUXILIAR 5.....	19
2.3	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	21
2.3.1	INTRODUCCION.....	22

2.3.2	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO. ....	22
2.3.3	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR. ....	22
2.3.4	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN. ....	23
2.3.5	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES. ....	23
2.3.5.1	Cuadro auxiliar 1. ....	23
2.3.5.2	Cuadro auxiliar 2. ....	24
2.3.5.3	Cuadro auxiliar 3. ....	24
2.3.5.4	Cuadro auxiliar 4. ....	25
2.3.5.5	Cuadro auxiliar 5. ....	26
2.3.5.6	Cuadro general de distribución. ....	26
2.4	CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA ....	27
2.4.1	BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN. ....	28
2.4.1.1	Cuadro auxiliar 1. ....	28
2.4.1.2	Cuadro auxiliar 2. ....	28
2.4.1.3	Cuadro auxiliar 3. ....	28
2.4.1.4	Cuadro auxiliar 4. ....	29
2.4.1.5	Cuadro auxiliar 5. ....	29
2.4.2	CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA. ....	31
2.4.3	CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA. ....	31
2.5	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. ....	32
2.5.1	RESISTENCIA DEL ELECTRODO. ....	33
2.5.2	CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO. ....	33
2.6	CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ....	35
2.6.1	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN. ....	36
2.6.2	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN. ....	36
2.6.3	CORTOCIRCUITOS. ....	36
2.6.3.1	Introducción. ....	36
2.6.3.2	Corrientes de cortocircuito. ....	36
2.6.4	DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO. ....	37
2.6.4.1	Introducción. ....	37
2.6.4.2	Comprobación por densidad de corriente. ....	37
2.6.4.3	Comprobación por sollicitación electrodinámica. ....	38
2.6.4.4	Comprobación por sollicitación térmica. ....	39

2.6.5	OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO.....	40
2.6.5.1	Lámparas y luminarias.....	40
2.6.5.1	Luminarias de emergencia y señalización.....	40
2.6.5.2	Cuadro de baja tensión del centro de transformación. ....	40
2.6.5.3	Dimensionamiento de los cables del cuadro de baja tensión del centro de transformación.....	41
2.6.5.4	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	41
2.6.5.5	Dimensiones del pozo apagafuegos.....	42
2.6.5.6	Cálculo de la instalación de puesta a tierra. ....	42
2.6.5.6.1	Introducción. ....	42
2.6.5.6.2	Método empleado en la instalación de puesta a tierra. ....	43
2.6.5.6.2.1	Tierra de Protección.....	43
2.6.5.6.2.2	Tierra de Servicio. ....	44
2.6.5.6.3	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras. ....	45
2.6.5.6.3.1	Tierra de Protección.....	45
2.6.5.6.3.2	Tierra de Servicio. ....	45
2.6.5.6.4	Tensiones en el exterior de la instalación:.....	45
2.6.5.6.5	Tensiones en el interior de la instalación:.....	46
2.6.5.6.6	Tensiones aplicadas:.....	46
2.6.5.6.7	Tensiones transferidas al exterior:.....	47
2.6.5.6.8	Corrección y ajuste si procede: .....	47

## 2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

### 2.1.1 INTRODUCCIÓN.

A continuación se realizará el cálculo de la iluminación interior usando el programa Dialux. Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuadas para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo. Las hojas de cálculo que resultan del programa se encuentran en el anexo.

### 2.1.2 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.

	DIMENSIONES	LUMINARIA (PHILIPS)
Administración	Ancho (m): 2.99 Longitud (m): 5.05 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 15.07	4xPHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO
Área de descanso del personal	Ancho (m): 2.99 Longitud (m): 4 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 11.96	4xPHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO
Baño y vestuario personal	Ancho (m): 2.99 Longitud (m): 4.76 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 13.47	2xPHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO 1xPHILIPS HBW501 1xHPL-C80W
Aseos Personal	Ancho (m): 1.51 Longitud (m): 2.1 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 3.17	1xPHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO
Pasillo	Ancho (m): 1.61 Longitud (m): 13.66 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 22	15xPHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO
Distribuidor y escaleras	Ancho (m): 1.31 Longitud (m): 4.69 Altura (m): 6 Superficie (m <sup>2</sup> ): 6.06	6xPHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC
Cabina 1	Ancho (m): 2.5 Longitud (m): 4.71 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 10.89	6xPHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC
Aseo Hombres	Ancho (m): 1.40 Longitud (m): 2.37 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 3.32	1xPHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO
Aseo Minusválidos	Ancho (m): 2.34 Longitud (m): 2.37 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 5.53	1xPHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO
Almacén	Ancho (m): 9.6 Longitud (m): 26.27 Altura (m): 9 Superficie (m <sup>2</sup> ): 349.41	24xPHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC
Sala de mantenimiento	Ancho (m): 2.5 Longitud (m): 4.76 Altura (m): 3	6xPHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC




	Superficie (m <sup>2</sup> ): 11.49	
Cabina 2	Ancho (m): 2.5 Longitud (m): 4.7 Altura (m): 3 Superficie (m <sup>2</sup> ): 10.89	6xPHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Las luminarias se han obtenido del catálogo PHILIPS.

### 2.1.3 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.

- ETAP K231/2P Single-sided foil
- ETAP K244/6N-E Double-sided foil
- Para la zona de escaleras, para la señalización de los peldaños :  
ETAP K719/3P2 Without

### 2.1.4 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.



LD1150101

Farola LED Street Urban 50W, blanco neutro

Potencia: 50W Alimentación: 100-240VAC Color: neutro Flujo luminoso: 4500 Ángulo: 120 Dimensiones: 650x270x180mm

476,00 €

#### Fachada PARKING:

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2
- Longitud (m): 36.67
- Altura (m): 11
- Superficie (m<sup>2</sup>): 73.34

Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 5
- Potencia total: 250W

#### Fachada Porche 2:

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2
- Longitud (m): 17.75
- Altura (m): 11
- Superficie (m<sup>2</sup>): 35.5

Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 3
- Potencia total: 150W

### Fachada Porche 1:

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2
- Longitud (m): 17
- Altura (m): 11
- Superficie (m<sup>2</sup>): 34

Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 3
- Potencia total: 150W

### Fachada CT:

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2
- Longitud (m): 37
- Altura (m): 11
- Superficie (m<sup>2</sup>): 74

Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, 50W, LedBox
- Flujo luminoso de la lámpara: 4500 Lm
- Numero de luminarias: 5
- Potencia total: 250W

## 2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LÍNEA

### 2.2.1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de este apartado es calcular las intensidades que circulan por los diversos circuitos para utilizarlos más adelante.

Los pasos a seguir son:

- Indicar la potencia consumida por cada receptor en vatios.
- Calcular la corriente de cada receptor.
- Calcular la corriente de cortocircuito con ayuda del factor de corrección de cada receptor.
- Obtener el cuadro general que recoge toda la información.

La intensidad se calcula de dos formas distintas, según sea monofásico o trifásico:

$$\text{Monofásico: } I_a = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

$$\text{Trifásico: } I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Dónde:  $I_a$  es la intensidad nominal, en A

P es la potencia activa consumida por el receptor (1CV $\approx$  736W)

V es la tensión nominal (230/400V)

$\cos \varphi$  es el factor de potencia del receptor.

La corriente de cortocircuito se obtiene multiplicando la corriente por un factor de corrección que depende del tipo de receptor:

- 1.25 motores
- 1.8 alumbrado

Además el  $\cos \varphi$ , variara en función de si es motor o toma de corriente :

- 0.85-0.95 motores
- 1 tomas de corriente

## 2.2.2 TABLA RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE LOS CUADROS.

### 2.2.2.1 CUADRO AUXILIAR 1.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	F <sub>cor</sub>	I <sub>cal</sub> (A)	Fase
L1.C1	Tomas Carga Baterías	22400	400	0.85	38.04	1.25	47.54	Trifásica
L1.C2	Puerta corredera 1	900	400	0.83	1.53	1.25	1.9	Trifásica
L1.C3	Barrera 1	800	400	0.85	1.39	1.25	1.74	Trifásica
L1.C4	Barrera 2	800	400	0.85	1.39	1.25	1.74	Trifásica
L1.C5	Puerta corredera 2	900	400	0.83	1.53	1.25	1.9	Trifásica
<b>Total</b>		<b>25800</b>			<b>43.88</b>		<b>54.82</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0.7</b>		<b>18060</b>			<b>30.7</b>		<b>38.37</b>	

### 2.2.2.2 CUADRO AUXILIAR 2.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	F <sub>cor</sub>	I <sub>cal</sub> (A)	Fase
L2.C1	Puente grúa	5500	400	0.85	9.34	1.25	11.67	Trifásica
L2.C2	Empaquetadora	5000	400	0.85	8.49	1.25	10.61	Trifásica
L2.C3	Báscula	5000	400	0.85	8.49	1.25	10.61	Trifásica
<b>Total</b>		<b>15500</b>			<b>26.32</b>		<b>32.89</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0.85</b>		<b>13175</b>			<b>22.37</b>		<b>27.95</b>	

## 2.2.2.3 CUADRO AUXILIAR 3.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cosφ	I <sub>n</sub> (A)	F <sub>cor</sub>	I <sub>cal</sub> (A)	Fase
L3.C1	10 Tomas de Corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).	36800	230	0.8	200	1	200	Monofásica
L3.C2	5 Tomas de Corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2p + T).	36800	230	0.8	200	1	200	Monofásica
L3.C3	4 Tomas de corriente trifásica de 16 A a 400V. (4p + T).	44340	400	0.8	80	1	80	Trifásica
L3.C4	5 Tomas de corriente monofásicas de 25 A a 230 V. (2p + T)(aire acondicionado)	28750	230	0.8	156	1	156	Monofásica
<b>Total</b>		<b>146690</b>			<b>636</b>		<b>636</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0.23</b>		<b>33738.7</b>			<b>146.28</b>		<b>146.28</b>	

## 2.2.2.4 CUADRO AUXILIAR 4.

- Línea Alumbrado 1. Iluminación cabina1. cabina 2 y Sala de mantenimiento.
- Línea Alumbrado 2. Iluminación Sala de descanso y Administración.
- Línea Alumbrado 3. Iluminación Aseos hombres. mujeres. personal y vestuarios.
- Línea Alumbrado 4. Iluminación Almacén A.
- Línea Alumbrado 5. Iluminación Almacén B.
- Línea Alumbrado 6. Iluminación Pasillo y Escaleras.
- Línea Alumbrado 7. Iluminación Exterior 1.
- Línea Alumbrado 8. Iluminación Exterior 2.
- Línea Emergencia y Señalización 1. Mantenimiento. almacén y cabinas.
- Línea Emergencia y Señalización 2. Aseos. pasillo y escaleras.
- Línea Emergencia y Señalización 3. Entreplanta.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cosφ	I <sub>n</sub> (A)	F <sub>cor</sub>	I <sub>cal</sub> (A)	Fase
L4.C1	Alumbrado A1 (18 lámparas)	414	230	1	1.8	1.8	3.24	Monofásica
L4.C2	Alumbrado A2 (8 lámparas)	1280	230	1	5.6	1.8	10.08	Monofásica
L4.C3	Alumbrado A3 (6 lámparas)	310	230	1	1.3	1.8	2.34	Monofásica
L4.C4	Alumbrado A4 (12 lámparas)	1224	230	1	5.3	1.8	9.54	Monofásica
L4.C5	Alumbrado A5 (12 lámparas)	1224	230	1	5.3	1.8	9.54	Monofásica
L4.C6	Alumbrado A6 (21 lámparas)	297	230	1	1.3	1.8	2.34	Monofásica

<b>L4.C7</b>	Alumbrado Exterior	400	230	1	1.7	1.8	3.06	Monofásica
<b>L4.C8</b>	Alumbrado Exterior	400	230	1	1.7	1.8	3.06	Monofásica
<b>L4.C9</b>	Alumbrado Emergencia 1	42.9	230	1	0.19	1.8	0.34	Monofásica
<b>L4.C10</b>	Alumbrado Emergencia 2	20.8	230	1	0.10	1.8	0.18	Monofásica
<b>L4.C11</b>	Alumbrado Emergencia 3	16.4	230	1	0.10	1.8	0.18	Monofásica
<b>Total</b>		<b>5629.1</b>			<b>24.47</b>		<b>44.05</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 1</b>		<b>5629.1</b>			<b>24.47</b>		<b>44.05</b>	

## 2.2.2.5 CUADRO AUXILIAR 5.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cosφ	I <sub>n</sub> (A)	F <sub>cor</sub>	I <sub>cal</sub> (A)	Fase
<b>L5.C1</b>	14 Tomas de Corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T)	51520	230	0.8	280	1	280	Monofásica
<b>L5.C2</b>	3 Tomas de corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2x 16A)	22080	230	0.8	120	1	120	Monofásica
<b>L5.C3</b>	3 Tomas monofásicas 16A (2p + T) (Aseos)	11040	230	0.8	60	1	60	Monofásica
<b>L5.C4</b>	3 Tomas monof. 25A (2P+T) (Aire acondic)	17250	230	0.8	94	1	94	Monofásica
<b>L5.C5</b>	Seca manos aseo mujeres	2200	230	0.85	11.26	1.25	14.1	Monofásica
<b>L5.C6</b>	Seca manos aseo hombres	2200	230	0.85	11.26	1.25	14.1	Monofásica
<b>L5.C7</b>	Seca manos vestuario	2200	230	0.85	11.26	1.25	14.1	Monofásica
<b>L5.C8</b>	Seca manos aseo personal	2200	230	0.85	11.26	1.25	14.1	Monofásica
<b>Total</b>		<b>110690</b>			<b>599.04</b>		<b>610.4</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0.32</b>		<b>35420.8</b>			<b>191.7</b>		<b>195.33</b>	

## 2.2.2.6 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>cal</sub> (A)
L1	Cuadro aux 1	18060	400	30.7	38.37
L2	Cuadro aux 2	13175	400	22.37	27.95
L3	Cuadro aux 3	33738.7	400	146.28	146.28
L4	Cuadro aux 4	5629.1	230	24.47	44.05
L5	Cuadro aux 5	35420.8	230	191.7	195.33
<b>Total</b>		<b>106023.6</b>		<b>414.22</b>	<b>414.22</b>

## 2.2.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30% la carga de la misma. o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Previniendo una futura ampliación en la instalación de la nave. dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador.

- S=630 KVA

- V=400V

$$I_a = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{630000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 909.3 \text{ A}$$

De esta forma la instalación de la nave queda abastecida, ya que la demanda es de 414,22 A.

## 2.2.4 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

## 2.2.4.1 INTRODUCCIÓN.

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal se calculará:

$F_c$  = factor de corrección, que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.

$I_{adm}$  = es la intensidad resultante del cociente de  $I_{cal}$  entre  $F_c$ .

Una vez hecho esto, hay que ir al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en la tabla correspondiente se elige la sección que corresponda a la Intensidad máxima admisible.

Además se calcula la caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la caída de tensión debe ser menor del 4.5% para el alumbrado y del 6.5% para los demás usos), según la instrucción ITC-BT 19.



### 2.2.4.2 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR–C.G.D.

Es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30% la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 909,3 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 12 metros.

Se designan 3 conductores por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total.

La distribución de la corriente del centro de transformación al cuadro general de distribución se hará mediante tres conductores unipolares de cobre de 240 mm<sup>2</sup> de sección. Siendo para cada una de las fases, tres de ellos. Para el neutro se utilizarán dos conductores de 150 mm<sup>2</sup> de sección cada uno, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), según dicta la tabla 7.1 de la ITC-BT 07. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N.

L = 40 m (longitud de la acometida)

I<sub>n</sub> = 909.3 A

S = 240x3 mm<sup>2</sup> (fase)

γ = 56 (Cobre)

Cos φ = 0.8 (según Iberdrola)

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{S \cdot \gamma} = \frac{40 \cdot 909.3 \cdot 0.8 \cdot \sqrt{3}}{(240 \cdot 3) \cdot 56} = 1.25 \text{ V}$$

$$e(\%) = \frac{e \cdot 100}{400} = \frac{1.25 \cdot 100}{400} = 0.3125 \approx 0.31$$

## 2.2.5 CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CABLE Y CANALIZACIÓN.

### 2.2.5.1 Introducción.

Una vez conocida la intensidad nominal y la I<sub>cal</sub>, siguiendo el proceso de la memoria se calculará la sección, se seguirán dos criterios.

Por otra parte, se realizará el cálculo de las canalizaciones.

### 2.2.5.2 Sección a intensidad máxima admisible (I'cal).

Se calculará la I'cal referida a cada línea, la cual vendrá definida por la siguiente ecuación:

$$I'_{cal} = \frac{I_{cal}}{F_c}$$

Para el cálculo de líneas interiores se utilizarán las tablas que vienen en la ITC- BT-09, mientras que para las líneas subterráneas se utilizarán las tablas que vienen en la ITC-BT-07.

### 2.2.5.3 Caída de tensión.

Las ecuaciones correspondientes para la caída de tensión son:

#### Monofásica:

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

## CÁLCULOS

---

$$e = \frac{2L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{S \cdot \gamma}$$

Trifásica:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{S \cdot \gamma}$$

Dónde:

**e** = caída de tensión en voltios.  
**L** = longitud de la línea en metros.  
**I<sub>n</sub>** = Intensidad nominal de la línea en amperios.  
**Cos φ** = factor de potencia.  
**γ** = conductividad del material del conductor (56 para el cobre).  
**S** = sección del cable en mm<sup>2</sup>.

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la I<sub>n</sub> intensidad nominal y la I<sub>cal</sub> se calculará la I' <sub>cal</sub>:

- Fc= Factor de corrección, dependerá de los diferentes factores que pueden afectar al conductor, como son la temperatura ambiente, el tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma.
- I' <sub>cal</sub> = Es la intensidad resultante de dividir la I<sub>cal</sub> por el Fc.
- Se calcula la Intensidad Máxima Admisible (Iadm) teniendo en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y se elige la sección que corresponda a la Iadm.
- Se calcula la caída de tensión que sufrirá cada circuito de la instalación. En el caso de que haya más de un receptor por circuito se tendrá en cuenta a la hora de hacer el cálculo el receptor más lejano.
  - La caída de tensión debe ser menor del 3% para el alumbrado.
  - La caída de tensión debe ser menor del 5% para receptores de fuerza.

### 2.2.5.4 Canalizaciones.

El cálculo de las canalizaciones se basará, como se indica en la memoria del presente proyecto en las reglas y tablas a aplicar según lo establecido en la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

También se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis hechas por el proyectista con el fin de obtener una mejor adecuación del proyecto a la instalación real:

- Canalización general: se tendrá en cuenta en la ITC-BT-20 apto. 2.2.9
- Maquinaria: Tabla 7 de la ITC-BT-21
- Iluminación: tubo de PVC sobre falsos techo o similar. Tabla 2 de la ITC-BT-21
- Tomas de Corriente: Conducción bajo tubo protector empotrado a pared por medio de catas, Tabla 5 de la ITC-BT-21
- Puertas automáticas: Conducción bajo tubo protector empotrado a pared por medio de catas, Tabla 5 de la ITC-BT-21
- Extractores: tubo de PVC sobre falsos techo o similar. Tabla 2 de la ITC-BT-21

Se debe de aclarar que las conducciones de las líneas principales desde el Cuadro General hasta los diferentes cuadros auxiliares se realizarán mediante bandeja metálica según lo indicado en la memoria de este proyecto.

### 2.2.5.5 Solución cuadro general de distribución.

Para poder interpretar las siguientes tablas se deben explicar los siguientes conceptos:

- Línea = designación de la línea eléctrica a la que se hace referencia.
- $I_n$  = intensidad nominal que circula por la línea en A.
- $\cos \varphi$  = factor de potencia del circuito a estudiar.
- $I_{cal}$  = intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección (este factor depende del tipo de receptor: uno o varios motores, lámparas de inducción o de descarga, etc), en A.
- $I'_{cal}$  = intensidad resultante de dividir la  $I_{cal}$  por el  $F_c$ , en A.
- $S$  = sección del conductor a utilizar, en  $mm^2$
- Cubierta: tipo de aislamiento que lleva el cable que utilizamos.
- $L$  = longitud de la línea, en m.
- $e$  = caída de tensión de la línea, en V.
- $e(\%)$  = caída de tensión de la línea, en tanto por ciento.
- $e_T$  = caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.

Para el cálculo de sección del cable de protección se tendrá en cuenta la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase de la Instalación $S(mm^2)$	Sección mínima de los conductores de protección $Sp(mm^2)$
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

### 2.2.5.6 Cuadro general de distribución.

Línea	$I_n$ (A)	$I_{cal}$ (A)	$F_c$	$I_{adm}$ (A)	$L$ (m)	Canalización	$S$ ( $mm^2$ ) Térmico	$e$ (V)	$S$ ( $mm^2$ )	$\phi$ Tubo (mm)
L1	30.7	38.37	0.8	45	18	Bandeja Portacables	10	1.81	R 3x10/10 + 10TT	16
L2	22.37	27.95	0.8	34	22	Bandeja Portacables	6	2.7	R 3x6/6 + 6TT	32
L3	146.28	146.28	0.8	160	8	Bandeja Portacables	70	0.41	R 3x70/35 + 35TT	63
L4	24.47	44.05	0.8	55	10	Bandeja Portacables	10	1.36	R 3x10/10 + 10TT	16
L5	191.7	195.33	0.8	244	2	Bandeja Portacables	95	0.11	R 3x95/50 + 50TT	63

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

### 2.2.5.7 Cuadro auxiliar 1.

Línea	$I_n$ (A)	$I_{cal}$ (A)	$F_c$	$I_{adm}$ (A)	L(m)	Canalización	S (mm <sup>2</sup> ) Térmico	e(V)	S(mm <sup>2</sup> )	φ Tubo (mm)
<b>L1.C1</b>	38,04	47,5	0.85	56	5	Enterrado	10	0.62	R 3x10/10 + 10TT	63
<b>L1.C2</b>	1,53	1,9	0.85	2,23	2	Enterrado	1,5	0.065	R 3x1,5/1,5+1,5TT	25
<b>L1.C3</b>	1,39	1,74	0.85	2,05	6	Enterrado	1,5	0.1829	R 3x1,5/1,5+1,5TT	25
<b>L1.C4</b>	1,39	1,74	0.85	2,05	34	Enterrado	1,5	1.03638	R 3x1,5/1,5+1,5TT	25
<b>L1.C5</b>	1,53	1,9	0.85	2,23	37	Enterrado	1,5	1.203	R 3x1,5/1,5+1,5TT	25

### 2.2.5.8 CUADRO AUXILIAR 2.

Línea	$I_n$ (A)	$I_{cal}$ (A)	$F_c$	$I_{adm}$ (A)	L(m)	Canalización	S(mm <sup>2</sup> ) Térmico	e(V)	S(mm <sup>2</sup> )	φ Tubo (mm)
<b>L2.C1</b>	9,34	11,67	0.85	13,73	15	Enterrado	1.5	3.06	R 3x1,5/1,5 + 1,5TT	40
<b>L2.C2</b>	8,49	10,61	0.85	12,48	20	Enterrado	1,5	3.71	R 3x1,5/1,5 + 1,5TT	25
<b>L2.C3</b>	8,49	10,61	0.85	12,48	30	Enterrado	1.5	5.58	R 3x1.5/1,5 + 1,5TT	25

### 2.2.5.9 CUADRO AUXILIAR 3.

Línea	$I_n$ (A)	$I_{cal}$ (A)	$F_c$	$I_{adm}$ (A)	L (m)	Canalización	S (mm <sup>2</sup> ) Termico	e(V)	S(mm <sup>2</sup> )	φ Tubo (mm)
<b>L3.C1</b>	200	200	0.85	40	15	Empotrado	10	7.42	R 2x10 + 10TT	25
<b>L3.C2</b>	200	200	0.85	40	22	Empotrado	10	10.88	R 2x10 + 10TT	25
<b>L3.C3</b>	80	80	0.85	40	35	Empotrado	10	6.92	R 3x10/10 + 10TT	25
<b>L3.C4</b>	156	156	0.85	40	40	Empotrado	10	15.4	R 2x10 + 10TT	25

## 2.2.5.10 CUADRO AUXILIAR 4.

Línea	In (A)	I <sub>cal</sub> (A)	F <sub>c</sub>	I <sub>adm</sub> (A)	L(m)	Canalización	S (mm <sup>2</sup> ) Térmico	e(V)	S(mm <sup>2</sup> )	φ Tubo (mm)
L4.C1	1.8	3.24	0.9	49	42	Tubo grapado	6	0,81	R 2x6 + 6TT	16
L4.C2	5.6	10.08	0.9	49	27	Tubo grapado	6	1,65	R 2x6 + 6TT	16
L4.C3	1.3	2.34	0.9	49	30	Tubo grapado	6	0,42	R 2x6 + 6TT	16
L4.C4	5.3	9.54	0.9	49	5	Tubo grapado	6	0,28	R 2x6 + 6TT	16
L4.C5	5.3	9.54	0.9	49	15	Tubo grapado	6	0,85	R 2x6 + 6TT	16
L4.C6	1.3	2.34	0.9	49	9	Tubo grapado	6	0,13	R 2x6 + 6TT	16
L4.C7	1.7	3.06	0.85	49	15	Empotrado	6	0,27	R 2x6 + 6TT	16
L4.C8	1.7	3.06	0.85	49	28	Enterrado	6	0,51	R 2x6 + 6TT	16
L4.C9	0.19	0.34	0.85	29	42	Enterrado	2,5	0,20	R 3x2,5/2,5 + 2,5TT	20
L4.C10	0.10	0.18	0.85	29	40	Enterrado	2,5	0,10	R 3x2,5/2,5 + 2,5TT	20
L4.C11	0.10	0.18	0.85	29	30	Enterrado	2,5	0,08	R 3x2,5/2,5 + 2,5TT	20

## 2.2.5.11 CUADRO AUXILIAR 5.

Línea	In (A)	I <sub>cal</sub> (A)	F <sub>c</sub>	I <sub>adm</sub> (A)	L(m)	Canalización	S(mm <sup>2</sup> ) Térmico	e(V)	S(mm <sup>2</sup> )	φ Tubo (mm)
L5.C1	280	280	0.85	50	20	Empotrado	16	10	R 2x16 + 10TT	25
L5.C2	120	120	0.85	50	38	Empotrado	16	8,14	R 2x16 + 10TT	25
L5.C3	60	60	0.85	32	16	Empotrado	10	2,74	R 2x10 + 10TT	25
L5.C4	94	94	0.85	50	24	Empotrado	16	4,03	R 2x16 + 10TT	25
L5.C5	11.26	14.1	0.85	29	25	Empotrado	2,5	4,28	R 2x2,5 + 2,5TT	16
L5.C6	11.26	14.1	0.85	29	26	Empotrado	2,5	4,45	R 2x2,5 + 2,5TT	16
L5.C7	11.26	14.1	0.85	29	16	Empotrado	2,5	2,74	R 2x2,5 + 2,5TT	16

## CÁLCULOS

<b>L5.C8</b>	11.26	14.1	0.85	29	18	Empotrado	2,5	3,08	R 2x2,5 + 2,5TT	16
--------------	-------	------	------	----	----	-----------	-----	------	-----------------	----

## 2.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

### 2.3.1 INTRODUCCION.

El cálculo de las corrientes de cortocircuito tiene como objeto el determinar el poder de corte de la aparatenta de protección en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución y en los diferentes aparatos de protección de los que consta la instalación.

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ).

### 2.3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

En el proceso de cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

### 2.3.3 CALCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba de transformador. La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (en este caso IBERDROLA), es  $P_{cc} = 500\text{MVA}$ .

Si despreciamos la resistencia  $R$  frente a la reactancia  $X$ , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevadas al secundario del transformador.

$$Z = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}} = \frac{400^2}{500 \times 10^6} = 0.32 \text{ m}\Omega$$

Dónde:

$U_s$  = tensión en vacío del secundario en voltios.  $P_{cc}$  = potencia de cortocircuito en KVA.

$Z, X$  = impedancia o reactancia aguas arriba en  $\text{m}\Omega$ .

En segundo lugar se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparatenta de alta tensión. Además se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z = X = U_s^2 \frac{U_{cc}}{S} = 400^2 \frac{4/100}{630} = 10.16 \text{ m}\Omega$$

Dónde:

$U_s$  = tensión en vacío entre fases en voltios.

$U_{cc}$  = tensión de cortocircuito en % (4%)

$S$  = potencia aparente en KVA (630 KVA)

$Z, X$  = impedancia o reactancia al secundario en  $\text{m}\Omega$ .

Así pues ya se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_d = 0.32 + 10.16 = 10.48 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{Z_d \sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10.48} = 22.03 \text{ KA}$$

Dónde:

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito eficaz en KA

$U_s$  = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador



$Z_T$  = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩ.

### 2.3.4 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia  $Z_T = 10,48$  mΩ inductiva.

Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa:

40 metros de acometida formada por 3 fases de 3x240 mm<sup>2</sup>

$$R_L = \rho \frac{L}{S} = \left( \frac{1}{58} \right) \frac{40}{720} = 0,95 \text{ m}\Omega$$

$$X'_d = 10,16 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = 0,32 \text{ m}\Omega$$

$$X_{aut} = (0,15 \text{ m}\Omega * 3) = 0,45 \text{ m}\Omega$$

$$Z_d = R_L + (X'_d + X_T + X_{aut})j$$

$$|Z_d| = 10,97$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 11,07} = 21,05 \text{ KA}$$

### 2.3.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES.

#### 2.3.5.1 Cuadro auxiliar 1.

Línea	L (m)	S (mm)	UN (V)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R <sub>Tota</sub> (mΩ)	X <sub>Total</sub> (mΩ)	Z <sub>Total</sub> (mΩ)	ICC (KA)
L1.C1	5	10	400	0,009	0,00075	0,009	0,959	10,931	10,973	21,047
L1.C2	2	1,5	400	0,023	0,0003	0,023	0,973	10,930	10,974	21,045
L1.C3	6	1,5	400	0,069	0,0009	0,069	1,019	10,931	10,978	21,036
L1.C4	34	1,5	400	0,391	0,0051	0,391	1,341	10,935	11,017	20,962
L1.C5	37	1,5	400	0,425	0,00555	0,425	1,375	10,936	11,022	20,953

## 2.3.5.2 Cuadro auxiliar 2.

Línea	L (m)	S (mm)	UN (V)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R <sub>Tota</sub> (mΩ)	X <sub>Total</sub> (mΩ)	Z <sub>Total</sub> (mΩ)	ICC (KA)
L2.C1	15	1,5	400	0,172	0,00225	0,172	1,122	10,932	10,990	21,014
L2.C2	20	1,5	400	0,230	0,003	0,230	1,180	10,933	10,996	21,001
L2.C3	30	1,5	400	0,345	0,0045	0,345	1,295	10,935	11,011	20,974

## 2.3.5.3 Cuadro auxiliar 3.

Línea	L (m)	S (mm)	UN (V)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R <sub>Tota</sub> (mΩ)	X <sub>Total</sub> (mΩ)	Z <sub>Total</sub> (mΩ)	ICC (KA)
L3.C1	15	10	400	0,026	0,00225	0,026	0,976	10,932	10,976	21,041
L3.C2	22	10	400	0,038	0,0033	0,038	0,988	10,933	10,978	21,037
L3.C3	35	10	400	0,060	0,00525	0,061	1,010	10,935	10,982	21,029
L3.C4	40	10	400	0,069	0,006	0,069	1,019	10,936	10,983	21,026

## 2.3.5.4 Cuadro auxiliar 4.

Línea	L (m)	S (mm)	UN (V)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R <sub>Total</sub> (mΩ)	X <sub>Total</sub> (mΩ)	Z <sub>Total</sub> (mΩ)	ICC (KA)
L4.C1	42	6	400	0,121	0,0063	0,121	1,071	10,936	10,989	21,016
L4.C2	27	6	400	0,078	0,00405	0,078	1,028	10,934	10,982	21,029
L4.C3	30	6	400	0,086	0,0045	0,086	1,036	10,935	10,983	21,026
L4.C4	5	6	400	0,014	0,00075	0,014	0,964	10,931	10,973	21,046
L4.C5	15	6	400	0,043	0,00225	0,043	0,993	10,932	10,977	21,038
L4.C6	9	6	400	0,026	0,00135	0,026	0,976	10,931	10,975	21,043
L4.C7	15	6	400	0,043	0,00225	0,043	0,993	10,932	10,977	21,038
L4.C8	28	6	400	0,080	0,0042	0,081	1,030	10,934	10,983	21,028
L4.C9	42	2,5	400	0,290	0,0063	0,290	1,240	10,936	11,006	20,982
L4.C10	40	2,5	400	0,276	0,006	0,276	1,226	10,936	11,004	20,986
L4.C11	30	2,5	400	0,207	0,0045	0,207	1,157	10,935	10,996	21,003
L4.C12	42	6	400	0,121	0,0063	0,121	1,071	10,936	10,989	21,016

## 2.3.5.5 Cuadro auxiliar 5.

Línea	L (m)	S (mm)	UN (V)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R <sub>Total</sub> (mΩ)	X <sub>Total</sub> (mΩ)	Z <sub>Total</sub> (mΩ)	ICC (KA)
L5.C1	20	16	400	0,022	0,003	0,022	0,972	10,933	10,976	21,040
L5.C2	38	16	400	0,041	0,0057	0,041	0,991	10,936	10,981	21,032
L5.C3	16	10	400	0,028	0,0024	0,028	0,978	10,932	10,976	21,040
L5.C4	24	16	400	0,026	0,0036	0,026	0,976	10,934	10,977	21,038
L5.C5	25	2,5	400	0,172	0,00375	0,172	1,122	10,934	10,991	21,011
L5.C6	26	2,5	400	0,179	0,0039	0,179	1,129	10,934	10,992	21,010
L5.C7	16	2,5	400	0,110	0,0024	0,110	1,060	10,932	10,984	21,026
L5.C8	18	2,5	400	0,124	0,0027	0,124	1,074	10,933	10,985	21,023

## 2.3.5.6 Cuadro general de distribución.

Línea	L (m)	S (mm)	UN (V)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	R <sub>Total</sub> (mΩ)	X <sub>Total</sub> (mΩ)	Z <sub>Total</sub> (mΩ)
1	18	10	400	0,0310	0,0027	0,0312	0,98	10,93	10,98
2	22	6	400	0,0632	0,0033	0,0633	1,01	10,93	10,98
3	8	70	400	0,0020	0,0012	0,0023	0,95	10,93	10,97
4	10	10	400	0,0172	0,0015	0,0173	0,97	10,93	10,97
5	2	95	400	0,0004	0,0003	0,0005	0,95	10,93	10,97

## 2.4 CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

### 2.4.1 BATERÍA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN.

Calculo la potencia aparente de cada circuito y la total para hallar el  $\cos \phi$  medio.

#### 2.4.1.1 Cuadro auxiliar 1.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\phi$	S (VA)
L1.C1	Tomas Carga Baterías	22400	0.85	26353
L1.C2	Puerta corredera 1	900	0.83	1085
L1.C3	Barrera 1	800	0.85	942
L1.C4	Barrera 2	800	0.85	942
L1.C5	Puerta corredera 2	900	0.83	1085
<b>Total</b>		25800		30407

#### 2.4.1.2 Cuadro auxiliar 2.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\phi$	S (VA)
L2.C1	Puente Grúa	5500	0,85	6470
L2.C2	Empaquetadora	5000	0,85	5882
L2.C3	Báscula	5000	0,85	5882
<b>Total</b>		15500		18234

#### 2.4.1.3 Cuadro auxiliar 3.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\phi$	S (VA)
L3.C1	10 Tomas monofásicas 16A (2P+T)	18400	0,8	23000
L3.C2	5 Tomas monofásica 32A (2x 16A)	18400	0,8	23000
L3.C3	4 Tomas trifásicas 16A (4P+T)	44340	0,8	55425

<b>L3.C4</b>	5 Tomas monofásica 25A (2P+T) (aire acondic)	28750	0,8	35937,5
<b>Total</b>		109890		137362,5

## 2.4.1.4 Cuadro auxiliar 4.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
<b>L4.C1</b>	Alumbrado A1 (18 lámparas)	414	1	414
<b>L4.C2</b>	Alumbrado A2 (8 lámparas)	1280	1	1280
<b>L4.C3</b>	Alumbrado A3 (6 lámparas)	310	1	310
<b>L4.C4</b>	Alumbrado A4 (12 lámparas)	1224	1	1224
<b>L4.C5</b>	Alumbrado A5 (12 lámparas)	1224	1	1224
<b>L4.C6</b>	Alumbrado A6 (21 lámparas)	297	1	297
<b>L4.C7</b>	Alumbrado Exterior (8 lámparas)	400	1	400
<b>L4.C8</b>	Alumbrado Exterior (8 lámparas)	400	1	400
<b>L4.C9</b>	Alumbrado Emergencia 1	42.9	1	42.9
<b>L4.C10</b>	Alumbrado Emergencia 2	20.8	1	20.8
<b>L4.C11</b>	Alumbrado Emergencia 3	16.4	1	16.4
<b>Total</b>		5629.1		5629.1

## 2.4.1.5 Cuadro auxiliar 5.

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
<b>L5.C1</b>	14 Tomas de Corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T)	51520	0.8	64400
<b>L5.C2</b>	3 Tomas de corriente monofásicas de 32 A a 230 V. (2x 16A)	22080	0.8	27600
<b>L5.C3</b>	3 Tomas monofásicas 16A (2p + T) (Aseos)	11040	0.8	13800

## CÁLCULOS

<b>L5.C4</b>	3 Tomas monof. 25A (2P+T) (Aire acondic)	17250	0.8	21563
<b>L5.C5</b>	Seca manos aseo mujeres	2200	0.85	2588
<b>L5.C6</b>	Seca manos aseo hombres	2200	0.85	2588
<b>L5.C7</b>	Seca manos vestuario	2200	0.85	2588
<b>L5.C8</b>	Seca manos aseo personal	2200	0.85	2588
<b>Total</b>		110690		137715

Calculando el ángulo del triángulo de potencias:  $\varphi = 35.68^\circ \rightarrow \cos\varphi = 0.81$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida máxima será:

$$Q = P * \tan \varphi = 192.083 \text{ KVar}$$

Se quiere un coseno cercano a 1, con  $\cos \varphi' = 0.95 \rightarrow \varphi = 18.19^\circ$ :

$$Q' = P * \tan \varphi' = 87.926 \text{ KVar.}$$

Por lo que la potencia a compensar sería:

$$Q_b = Q - Q' = 104157 \text{ KVar}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 105 KVar

El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 125 KVar

### Product data sheet Characteristics

**65928**

capacitor bank - Varset Fast - 400V - 3.8 - 125kvar - step 5x25



#### Main

Range of product	Varset Fast
Device short name	Varset Fast
Device presentation	Cubicle A3
Network frequency	50 Hz
Capacitor technology	3P capacitor
Reactive power rating	125 kvar for 400 V AC 50 Hz
Number of steps	5 x 25 kvar
Network voltage	400...415 V AC 50 Hz
Network pollution level	Highly polluted ( > 25...< 50 % ) at 400...415 V
Tuning order	3.8 - 190 Hz
[Ui] rated insulation voltage	690 V

Ir



## 2.4.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN DE LA BATERÍA.

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \sin \varphi$$

Siendo:

$\sin \varphi = 1$  (el de la batería de condensadores)

$V = 400 \text{ V}$

$Q$  = potencia de la batería de condensadores (125 KVA).

Sustituyendo y despejando, obtenemos que  $I_n = 180.42 \text{ A}$

El cable de la conexión de la batería con el C.G.D. tendrá una sección de  $95 \text{ mm}^2$ , **RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN**

## 2.4.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA.

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

$$I_n = 180.42 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al C.G.D.

$$I_{cc} = 20 \text{ KA}$$

Se elige un interruptor magnetotérmico poder de corte 20 KA,  $I_n$  200 A.

### 2.5 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

### 2.5.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO.

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos. De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

Datos de partida:

- Resistividad del terreno:
  - Según la tabla de la ITC BT 18, tabla 3 y sabiendo que nuestra naturaleza del terreno se basa en suelo pedregoso cubierto de césped, obtenemos un valor orientativo de la resistividad del terreno, que será de 300 a 500  $\Omega \cdot m$  (valor medio 400  $\Omega \cdot m$ ).
- Tensión máxima de contacto 50 V.
- Corriente de disparo del interruptor diferencial 500 mA.
- El valor máximo de la resistencia de tierra deberá ser:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = 100 \Omega$$

### 2.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO.

Cada uno de los electrodos artificiales estará formado por picas de alma de acero de 14 mm de diámetro recubiertas de cobre con un espesor mínimo de 2mm y de 2 m de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección por medio de soldaduras aluminotérmica, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Se calculará el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, se ha de buscar la máquina con menor resistencia a tierra, que es la máquina con mayor corriente de defecto: en este caso es la Empaquetadora del cuadro auxiliar 2.

La resistencia del conductor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Dónde:

R = Resistencia del conductor en  $\Omega$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor, en este caso el conductor es de cobre.

L = Longitud del conductor en metros.

S = La sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

La resistencia del conductor entre el cuadro de distribución general y el cuadro auxiliar o secundario 2, es de:

$$R_{\text{conductor 1}} = 0.01724 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{21 \text{ m}}{16} = 0.02263 \Omega$$

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

La resistencia del conductor entre el cuadro auxiliar o secundario 2, y la Empaquetadora es:

$$R_{\text{conductor } 2} = 0.01724 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{56\text{m}}{10} = 0.009655\Omega$$

La resistencia del conductor será la suma de ambas:

$$R_{\text{conductor}} = R_{\text{conductor } 1} + R_{\text{conductor } 2} = 0.11918\Omega$$

La resistencia de una pica vertical se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Dónde:

R = Resistividad de tierra en  $\Omega$ .

$\rho$  = Resistividad del terreno en  $\Omega\text{m}$ .

L = longitud de la pica en metros.

Por tanto la resistencia de una pica será de:

$$R_1 = \frac{400\Omega\text{m}}{2\text{m}} = 200 \Omega$$

Las seis picas que forman la instalación de puesta a tierra se encuentran en paralelo entre ellas, por lo que la resistencia del conjunto será:

$$R_2 = \frac{R_1}{4} = 50 \Omega$$

La resistencia del conductor que une las 6 picas, según la tabla 5 de la instrucción ITC BT 18, será:

$$R_3 = 2 \times 400\Omega\text{m} / 148\text{m} = 5.41 \Omega$$

La resistencia total del mallazo de puesta a tierra, será la que forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une. En el caso más desfavorable, será si se considera que las dos resistencias se encuentran en serie, por lo que la resistencia total de puesta a tierra será el resultado de la suma de ambas:

$$R_{\text{mallazo}} = R_2 + R_3 = 55.41 \Omega.$$

La resistencia total de la puesta a tierra para la línea más desfavorable, es decir la L2.C3 será la suma de la resistencia del conductor, más la resistencia del mallazo:

$$R_{\text{total}} = R_{\text{conductor}} + R_{\text{mallazo}} = 0.11918 + 55.41 = 55.62\Omega$$

Por tanto se puede decir que la instalación de puesta a tierra es adecuada para proteger eficazmente a las personas, ya que la resistencia total de tierra es mucho menor que los  $100\Omega$  que se han calculado anteriormente como límite máximo.

## 2.6 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 2.6.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{U\sqrt{3}}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en KVA. (630 KVA)  
 U = Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV)  
 $I_p$  = Intensidad primaria en amperios.

Sustituyendo valores, obtendremos:

$$I_p = 27,55 \text{ A}$$

### 2.6.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{Fe} - W_{Cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en KVA. (630 KVA)  
 $W_{Cu}$  = Pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.  
 $W_{Fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador.  
 U = Tensión compuesta en carga del secundario en Kilovoltios. (0,4 KV)  
 $I_s$  = Intensidad secundaria en amperios.

Despreciándolas pérdidas en el hierro y en los arrollamientos (en el cobre), se tiene:

$$I_s = 909 \text{ A}$$

### 2.6.3 CORTOCIRCUITOS.

#### 2.6.3.1 Introducción.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

#### 2.6.3.2 Corrientes de cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las expresiones:

- **Intensidad primaria** para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito de la red en MVA (500 MVA).  
 U = tensión primaria en KV (13,2 KV).  
 $I_{ccp}$  = intensidad de cortocircuito primaria en KA.

Sustituyendo valores se tendrá una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de:

$$I_{ccp} = 21,87 \text{ KA (intensidad de cortocircuito en el primario)}$$

- **Intensidad secundaria** para cortocircuito en el lado de baja tensión (Despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \frac{U_{cc}}{100}}$$

Siendo:

S = potencia del transformador en KVA (630 KVA).

$U_{cc}$  = tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4,5 %).

$U_s$  = tensión secundaria en carga en voltios.

$I_{ccs}$  = intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

Sustituyendo valores, se tendrá:

$$I_{ccs} = 20,3 \text{ KA (intensidad de cortocircuito en el secundario).}$$

## 2.6.4 DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO.

### 2.6.4.1 Introducción.

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil. Consta de 3 barras de tubo de cobre rectas y aisladas de 375 mm de longitud, diámetro exterior 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm<sup>2</sup>.

Las barras se fijan a las conexiones existentes en la parte superior del cárter de aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador de SF6). La fijación de las barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 750 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Se debe asegurar que el límite térmico sea superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal = 400A.
- Límite térmico = 24 KA eficaces.
- Límite termodinámico = 60 KA cresta.

### 2.6.4.2 Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por él circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

El juego de barras de las celdas SM6 está formado por tres barras de tubo de cobre recto y aislado de diámetro exterior de 24 mm y un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm<sup>2</sup>.

La densidad de corriente será:

$$j = \frac{400}{198} = 2.02 \frac{A}{mm^2}$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20mm y de 818 A para diámetro 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3.42 A/mm<sup>2</sup> y 2.99 A/mm<sup>2</sup> respectivamente. Iterando se obtiene una densidad máxima admisible de 3.29 A/mm<sup>2</sup> para el diámetro de 24 mm, valor superior al calculado (2.02A/mm<sup>2</sup>) para un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

#### 2.6.4.3 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objetivo verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

Para el cálculo se considera un cortocircuito trifásico de 24 KA eficaces y 60 KA cresta. El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F = 13.85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{cc}^2}{d} \cdot L \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Newtons.

f = Coeficiente en función de cos φ, siendo f = 1 para cos φ = 0.

I<sub>cc</sub> = Intensidad máxima de cortocircuito en amperios, 24000. D = Separación entre fases en milímetros, 200 mm.

L = Longitud de los tramos del embarrado en milímetros, 375 mm.

Se obtiene una fuerza de 897.48 N, que está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{9.81 \cdot L} = \frac{897.48}{9.81 \cdot 375} = 0.244 \frac{Kg}{mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se producirá en los extremos, siendo:

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{0.244 \cdot 375^2}{12} = 2859.38 \text{ Kg} \cdot mm$$



El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 280 kg.m. El par máximo calculado es inferior al de apriete, por lo que los tornillos están bien dimensionados.

El embarrado tiene un diámetro exterior  $D = 24 \text{ mm}$  y un diámetro interior  $d = 18 \text{ mm}$ . El módulo resistente de la barra será:

$$W = \frac{\pi}{32} * \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La falta máxima es:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = 3.08 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío se tiene que  $r = 19 \text{ Kg/mm}^2$ , superior al calculado.

#### 2.6.4.4 Comprobación por sollicitación térmica.

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aplicación de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

La Sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con la CEI 298 de 1981 por la expresión:

$$S = \frac{I}{13} * \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

Siendo:

$S$  = Sección de la barra de cobre en  $\text{mm}^2$ ,  
 $198 \text{ mm}^2$ .

$I$  = Intensidad eficaz en amperios.

$t$  = Tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

$\Delta\theta = 180^\circ\text{C}$  para conductores inicialmente a temperatura ambiente.

Suponiendo que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la corriente nominal, se tendría una temperatura aproximadamente de  $30^\circ\text{C}$  superior a la temperatura ambiente, por lo que  $\Delta\theta = 150^\circ\text{C}$ . Para una corriente de  $24 \text{ KA}$ :

$$t = \Delta\theta * \left( \frac{S * 100}{I} \right)^2 = 150 * \left( \frac{198 * 13}{24000} \right)^2 = 1.72 \text{ s}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de  $24 \text{ KA}$  eficaces durante más de un segundo.

## 2.6.5 OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO.

### 2.6.5.1 Lámparas y luminarias.

Se utilizará alumbrado superficial ya que la caseta del centro de transformación es prefabricada.

- 2 Pieza PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O  
Nº de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2177 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 68  
Código CIE Flux: 31 59 83 68 65  
Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).



### 2.6.5.1 Luminarias de emergencia y señalización

- 1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
Nº de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).

### 2.6.5.2 Cuadro de baja tensión del centro de transformación.

Línea	Descripción	P (W)	V (V)	Cosφ	I <sub>a</sub> (A)	Factor de corrección	I <sub>c</sub> (A)	Fase
<b>LCT 1.1</b>	Iluminación del centro	72	230	1	0,313	1,8	0,56	R-N
<b>LCT 1.2</b>	Iluminación de emergencia y señalización	4.1	230	1	0,02	1,8	0,032	S-N
<b>LCT 1.3</b>	2 Tomas de corriente monofásica	7360	230	1	32	1,00	32	T-N
<b>Total</b>		<b>7436</b>					<b>32,59</b>	

### 2.6.5.3 Dimensionamiento de los cables del cuadro de baja tensión del centro de transformación.

Línea	$I_a$ (A)	$\cos\varphi$	$F_c$	$I_c$ (A)	Canalización	S (mm <sup>2</sup> )	L (m)
LCT 1.1	0,56	0,95	1	0,59	Tubo montaje superficial	R 2x1,5 + 1,5TT	1,5
LCT 1.2	0,032	0,95	1	0,034	Tubo montaje superficial	R 2x1,5 + 1,5TT	2,5
LCT 1.3	32	0,95	1	33,68	Tubo montaje superficial	R 2x4 + 4TT	2
<b>Total</b>	<b>16,3</b>			<b>34,27</b>			

### 2.6.5.4 Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

El objeto de la ventilación en los centros de transformación es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

El caudal de aire es función de las pérdidas de potencia del transformador y de la diferencia de temperaturas de entrada y salida de aire (15°C como máximo según proyecto tipo UNESA). Considerando que 1m<sup>3</sup> de aire por segundo absorbe 1.16 KW por cada grado centígrado, el caudal de aire necesario será:

$$Q = \frac{P_F}{1.16 \cdot \Delta\theta_{\text{aire}}} = \frac{2 + 8.2}{1.16 \cdot 15} = 0.586 \text{ m}^3/\text{s}$$

Siendo:

Q = Caudal de aire en m<sup>3</sup>/s.

$P_F$  = Pérdida de potencia del transformador a plena carga, pérdidas en el hierro más pérdidas en el cobre en KW.

$\Delta\theta_{\text{aire}}$  = Incremento de la temperatura del aire en °C.

La superficie de la rejilla de entrada de aire es función del caudal en m<sup>3</sup>/s y de la velocidad de salida del aire en m/s.

$$S_{\text{rejilla}} = \frac{Q}{V_s}$$

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según MIE RAT 13, disminuyen el paso del aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

La ventilación de salida del aire es función de la distancia vertical en metros entre los centros de las dos rejillas, y del incremento de la temperatura del aire en °C.

$$V_s = 4.6 * \frac{\sqrt{H}}{\Delta\theta_{aire}} = 4.6 * \frac{\sqrt{2}}{15} = 0.434 \text{ m/s}$$

Por tanto, la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{rejilla} = 1.4 * \frac{Q}{V_s} = 1.4 * \frac{0.586}{0.434} = 1.89 \text{ m}^2$$

La superficie de rejilla par a la salida del aire caliente debe ser mayor que la superficie de la rejilla par a la entrada de aire, admitiéndose la relación:

$$S_{entrada} = 0.92 * S_{salida}$$

Por tanto la superficie mínima de la rejilla de salida es:  $S_{salida} = 2.06 \text{ m}^2$ .

El edificio dispondrá de 1 rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral izquierda inferior (detrás del transformador), de dimensiones 1300/1200 mm y superficie total de  $1.95 \text{ m}^2$ , que es ligeramente superior a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 1300/1000 mm, con superficie de  $1.3 \text{ m}^2$ , y otra en la parte frontal superior, de dimensiones 1000x1000 mm, con una superficie de  $1 \text{ m}^2$ . Consiguiendo así una superficie total de rejilla para salida de aire de  $2.30 \text{ m}^2$ . Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura., siendo la distancia media verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal coma ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

Por otra parte, decir que el precio de dichas rejillas así como su colocación y suministro, viene incluido en el precio del prefabricado.

#### 2.6.5.5 Dimensiones del pozo apagafuegos.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de aceite refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciado total. Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros, no habrá ninguna delimitación en ese sentido ya que entrará toda la totalidad del aceite, 540 litros, que está incorporado en el transformador.

#### 2.6.5.6 Cálculo de la instalación de puesta a tierra.

##### 2.6.5.6.1 Introducción.

Hay que distinguir entre la tierra de protección y la de servicio. Deberán estar separadas para evitar que se transfieran tensiones peligrosas, tal y como se calcula posteriormente.

##### Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina una resistividad media superficial de 400  $\Omega\text{m}$ .
- Tensión de red = 13,2 KV.
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 10 KV.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las E.S.E.:  $I_d = 400 \text{ A}$ .

##### Características del centro de transformación:

- La caseta tiene 4460 mm de largo, 2380 mm de ancho y 3045 mm de alto.
- Resistividad de terreno:  $\rho = 400 \Omega m$ .
- Resistividad del hormigón:  $\rho_H = 3000 \Omega m$ .

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

La intensidad máxima de defecto a tierra es 400 amperios y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos (gráfica de duración de defecto), según datos proporcionados por la compañía suministradora (Iberdrola). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la compañía son:

$$K = 0,72 \quad n = 1$$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del centro de transformación estará limitada por el nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación, y será:

$$R_t = \frac{U_{BT}}{I_d} = \frac{10000}{400} = 25 \Omega$$

Siendo:

$R_t$  = resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT.

$U_{BT}$  = Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación en voltios.

$I_d$  = Corriente de defecto máxima de acuerdo con las normas de Iberdrola en amperios.

El valor de  $K_r$  será menor que el que da el valor de la resistencia máxima de puesta a tierra.

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{25}{400} = 0.0625 \Omega / \Omega.m$$

#### 2.6.5.6.2 Método empleado en la instalación de puesta a tierra.

##### 2.6.5.6.2.1 Tierra de Protección.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 50-30/8/84 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0.062 \frac{\Omega}{\Omega.m} < 0.075 \frac{\Omega}{\Omega.m}$$

$$K_p = 0.0096 \frac{V}{\Omega m A}$$

$$K_c = 0.0232 \frac{V}{\Omega m A}$$

Siendo:

$K_r$  = resistencia.

$K_p$  = tensión de paso.

$K_c$  = tensión de

contacto exterior. Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros, estas 8 picas formarán un rectángulo de dimensiones 5 x 3 m.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean iguales o inferiores a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/ 1kV protegido contra daños mecánicos.

#### 2.6.5.6.2.2 Tierra de Servicio.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración 8/82 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0.0556 \frac{\Omega}{m}$$

$$K_p = 0.00255 \frac{V}{\Omega m A}$$

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm, y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 metros, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/ 1 kV protegido contra daños mecánicos.

Existirá una separación mínima entre las picas de tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de baja tensión.

### 2.6.5.6.3 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

#### 2.6.5.6.3.1 Tierra de Protección.

La compañía suministradora proporciona los datos de la puesta a tierra del neutro, cuyos valores son los siguientes:  $R_n = 0 \, \Omega$  ;  $X_n = 25 \, \Omega$ .

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del centro ( $R_t$ ), y tensión de defecto correspondiente ( $U_d$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t'$ :

$$R_t' = K_r * \rho = 0.062 * 400 = 24.8 \, \Omega$$

- Intensidad de defecto,  $I_d'$ :

$$I_d' = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}} = \frac{13200}{\sqrt{3} * \sqrt{(0 + 24.8)^2 + 25^2}} = 216.42 \, A$$

- Tensión de defecto,  $U_d'$ :

$$U_d' = I_d' * R_t' = 216.42 * 24.8 = 5367.22 \, V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d'$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 6000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de alta tensión deterioren los elementos de baja tensión del centro, y por consiguiente no afecten a la red de baja tensión.

Se comprobará asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### 2.6.5.6.3.2 Tierra de Servicio.

$$R_s = K_r * \rho = 0.0556 * 400 = 22.24 \, \Omega$$

Inferior a 25  $\Omega$

### 2.6.5.6.4 Tensiones en el exterior de la instalación:

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

- Tensión de paso en el exterior,  $U_p'$ :

$$U_p' = K_p * I_d' * \rho = 0,096 * 216,42 * 400 = 831,05 \text{ V}$$

#### 2.6.5.6.5 Tensiones en el interior de la instalación:

El piso del centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que deba acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

El prefabricado de hormigón de ORMAZABAL está construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p(\text{contacto}) = U_p(\text{acc}) = K_c * I_d' * \rho = 2008,38 \text{ V}$$

#### 2.6.5.6.6 Tensiones aplicadas:

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al centro, se emplearán las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{paso}) = 10 * \frac{k}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * \rho}{1000}\right)$$

$$U_p(\text{contacto}) = 10 * \frac{k}{t^n} * \left(1 + \frac{3 * \rho + 3 * \rho H}{1000}\right)$$

Siendo:

$U_p$  = tensiones de paso en voltios.

$K = 72$ .

$n = 1$ .

$t$  = duración de la falta en segundos.

$\rho$  = resistividad del terreno.

$\rho H$  = resistividad del hormigón (300Ω.m).

Obteniendo los siguientes resultados:

$$U_p(\text{paso}) = 10 * \frac{k}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * \rho}{1000}\right) = 544,0 \text{ V}$$



$$U_p(\text{contacto}) = 10 * \frac{k}{t^n} * \left(1 + \frac{3 * \rho + 3 * \rho H}{1000}\right) = 17920 \text{ V}$$

Así pues, se comprobará que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

$$U_p' = 831.05 \text{ V} < U_p(\text{paso}) = 5440 \text{ V}.$$

- En el acceso al centro de transformación:

$$U_p'(\text{acc}) = 2008.38 \text{ V} < U_p(\text{contacto}) = 17920 \text{ V}.$$

Ahora se comprobará los valores de defecto:

$$U_d' = 5367.22 \text{ V} < UBT = 10.000 \text{ V}$$

#### 2.6.5.6.7 Tensiones transferidas al exterior:

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones superior a 1000 V cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ( $D_{\min}$ ), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho * I_d}{2 * \pi * 1000} = \frac{400 * 216.42}{2 * \pi * 1000} = 13.78 \text{ m}$$

#### 2.6.5.6.8 Corrección y ajuste si procede:

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido en el reglamento, que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Pamplona, Septiembre de 2013

Estefanía Pezonaga Nicasio



### Main

Range of product	Varset Fast
Device short name	Varset Fast
Device presentation	Cubicle A3
Network frequency	50 Hz
Capacitor technology	3P capacitor
Reactive power rating	125 kvar for 400 V AC 50 Hz
Number of steps	5 x 25 kvar
Network voltage	400...415 V AC 50 Hz
Network pollution level	Highly polluted ( > 25...< 50 % ) at 400...415 V
Tuning order	3.8 - 190 Hz
[Ui] rated insulation voltage	690 V

### Complementary

Device composition	Varplus <sup>2</sup> capacitors Static contactors Detuned reactors
Device wiring	Cables
Internal voltage transformer	400/230 V
Capacitor voltage	480 V AC 50 Hz
Capacitance tolerance	- 5 % to 10 %
Rated short-duration power frequency withstand voltage	2.5 kV 50 Hz 1 minute
Maximum permissible voltage	1.1 x Un
[Imp] maximum permanent current	400 V: 1.19 x I1
Colour code	( RAL 9001 )
Height	2000 mm
Width	800 mm
Depth	600 mm
Product weight	300 kg

### Environment

Standards	EN 60439-1 IEC 60439-1 IEC 61921
IP degree of protection	IP31
Ambient air temperature for operation	-5...40 °C
Average ambient air temperature for operation	35 °C ( over 24 hours ) 25 °C ( annual )

### Contractual warranty

Period	18 months
--------	-----------

## Nave

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 01.09.2013  
Proyecto elaborado por: Estefanía Pezonaga

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

## Nave

Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O</b>	
Hoja de datos de luminarias	7
Diagrama de densidad lumínica	8
<b>PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC</b>	
Hoja de datos de luminarias	9
Diagrama de densidad lumínica	10
<b>PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W</b>	
Hoja de datos de luminarias	11
Diagrama de densidad lumínica	12
<b>PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO</b>	
Hoja de datos de luminarias	13
Diagrama de densidad lumínica	14
<b>ETAP K719/3P2 Without</b>	
Hoja de datos de luminarias	15
Diagrama de densidad lumínica	16
Hoja de datos del alumbrado de emergencia	17
<b>PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO</b>	
Hoja de datos de luminarias	18
Diagrama de densidad lumínica	19
<b>ETAP K231/2P Single-sided foil</b>	
Hoja de datos de luminarias	20
Diagrama de densidad lumínica	21
Hoja de datos del alumbrado de emergencia	22
<b>ETAP K244/6N-E Double-sided foil</b>	
Hoja de datos de luminarias	23
Diagrama de densidad lumínica	24
Hoja de datos del alumbrado de emergencia	25
<b>PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC</b>	
Hoja de datos de luminarias	26
Diagrama de densidad lumínica	27
<b>PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO</b>	
Hoja de datos de luminarias	28
Diagrama de densidad lumínica	29
<b>Sala de Mantenimiento</b>	
Protocolo de entrada	30
Lista de luminarias	31
Planta	32
Luminarias (ubicación)	33
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	34

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

Resultados luminotécnicos	35
Rendering (procesado) en 3D	36
<b>Alumbrado de Emergencia y señalización</b>	
Resumen	37
Resultados luminotécnicos	38
Rendering (procesado) en 3D	39
<b>Administración</b>	
Protocolo de entrada	40
Lista de luminarias	41
Planta	42
Luminarias (ubicación)	43
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	44
Resultados luminotécnicos	45
Rendering (procesado) en 3D	46
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	47
Resultados luminotécnicos	48
Rendering (procesado) en 3D	49
<b>Cabina 2</b>	
Protocolo de entrada	50
Lista de luminarias	51
Planta	52
Luminarias (ubicación)	53
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	54
Resultados luminotécnicos	55
Rendering (procesado) en 3D	56
<b>Alumbrado de Emergenci y Señalización</b>	
Resumen	57
Resultados luminotécnicos	58
Rendering (procesado) en 3D	59
<b>Sala de descanso</b>	
Protocolo de entrada	60
Lista de luminarias	61
Planta	62
Luminarias (ubicación)	63
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	64
Resultados luminotécnicos	65
Rendering (procesado) en 3D	66
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	67
Resultados luminotécnicos	68
Rendering (procesado) en 3D	69
<b>Cabina 1</b>	
Protocolo de entrada	70
Lista de luminarias	71
Planta	72
Luminarias (ubicación)	73
<b>Escenas de luz</b>	

## Índice

<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	74
Resultados luminotécnicos	75
Rendering (procesado) en 3D	76
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	77
Resultados luminotécnicos	78
Rendering (procesado) en 3D	79
<b>Pasillo</b>	
Protocolo de entrada	80
Lista de luminarias	81
Planta	82
Luminarias (ubicación)	83
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	84
Resultados luminotécnicos	85
Rendering (procesado) en 3D	86
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	87
Resultados luminotécnicos	88
Rendering (procesado) en 3D	89
<b>Escaleras</b>	
Protocolo de entrada	90
Lista de luminarias	93
Planta	94
Luminarias (ubicación)	95
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	96
Resultados luminotécnicos	97
Rendering (procesado) en 3D	99
<b>Superficies del local</b>	
<b>Superficie de cálculo 7</b>	
Tabla (E, vertical)	100
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	178
Resultados luminotécnicos	179
Rendering (procesado) en 3D	181
<b>Superficies del local</b>	
<b>Superficie de cálculo 7</b>	
Tabla (E, vertical)	182
<b>Aseos Personal</b>	
Protocolo de entrada	203
Lista de luminarias	204
Planta	205
Luminarias (ubicación)	206
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	207
Resultados luminotécnicos	208
Rendering (procesado) en 3D	209
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	210

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

Resultados luminotécnicos	211
Rendering (procesado) en 3D	212
<b>Vestuario</b>	
Protocolo de entrada	213
Lista de luminarias	214
Planta	215
Luminarias (ubicación)	216
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	217
Resultados luminotécnicos	218
Rendering (procesado) en 3D	219
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	220
Resultados luminotécnicos	221
Rendering (procesado) en 3D	222
<b>Almacén</b>	
Protocolo de entrada	223
Lista de luminarias	224
Planta	225
Luminarias (ubicación)	226
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	227
Resultados luminotécnicos	228
Rendering (procesado) en 3D	229
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	230
Resultados luminotécnicos	231
Rendering (procesado) en 3D	232
<b>Centro de transformación</b>	
Protocolo de entrada	233
Lista de luminarias	234
Planta	235
Luminarias (ubicación)	236
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	237
Resultados luminotécnicos	238
Rendering (procesado) en 3D	239
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	240
Resultados luminotécnicos	241
Rendering (procesado) en 3D	242
<b>Aseos Mujeres/Minusválidos</b>	
Protocolo de entrada	243
Lista de luminarias	244
Planta	245
Luminarias (ubicación)	246
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y señalización</b>	
Resumen	247
Resultados luminotécnicos	248
Rendering (procesado) en 3D	249

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

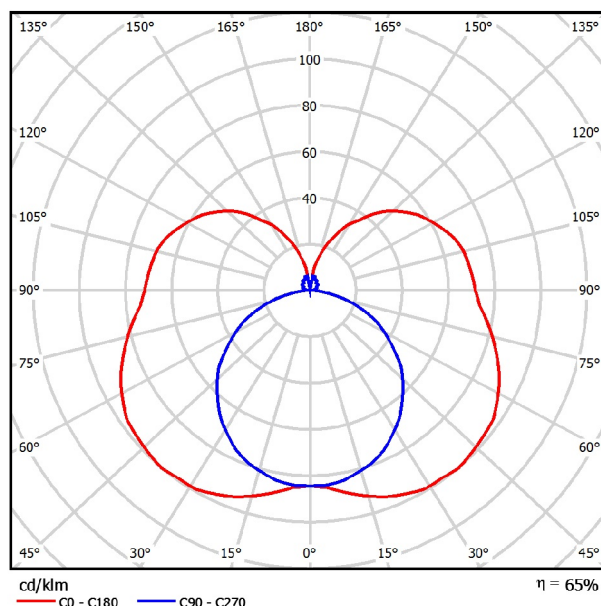
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	250
Resultados luminotécnicos	251
Rendering (procesado) en 3D	252
<b>Aseos Hombres</b>	
Protocolo de entrada	253
Lista de luminarias	254
Planta	255
Luminarias (ubicación)	256
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Alumbrado de Emergencia y Señalización</b>	
Resumen	257
Resultados luminotécnicos	258
Rendering (procesado) en 3D	259
<b>Alumbrado Interior</b>	
Resumen	260
Resultados luminotécnicos	261
Rendering (procesado) en 3D	262



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 68  
Código CIE Flux: 31 59 83 68 65

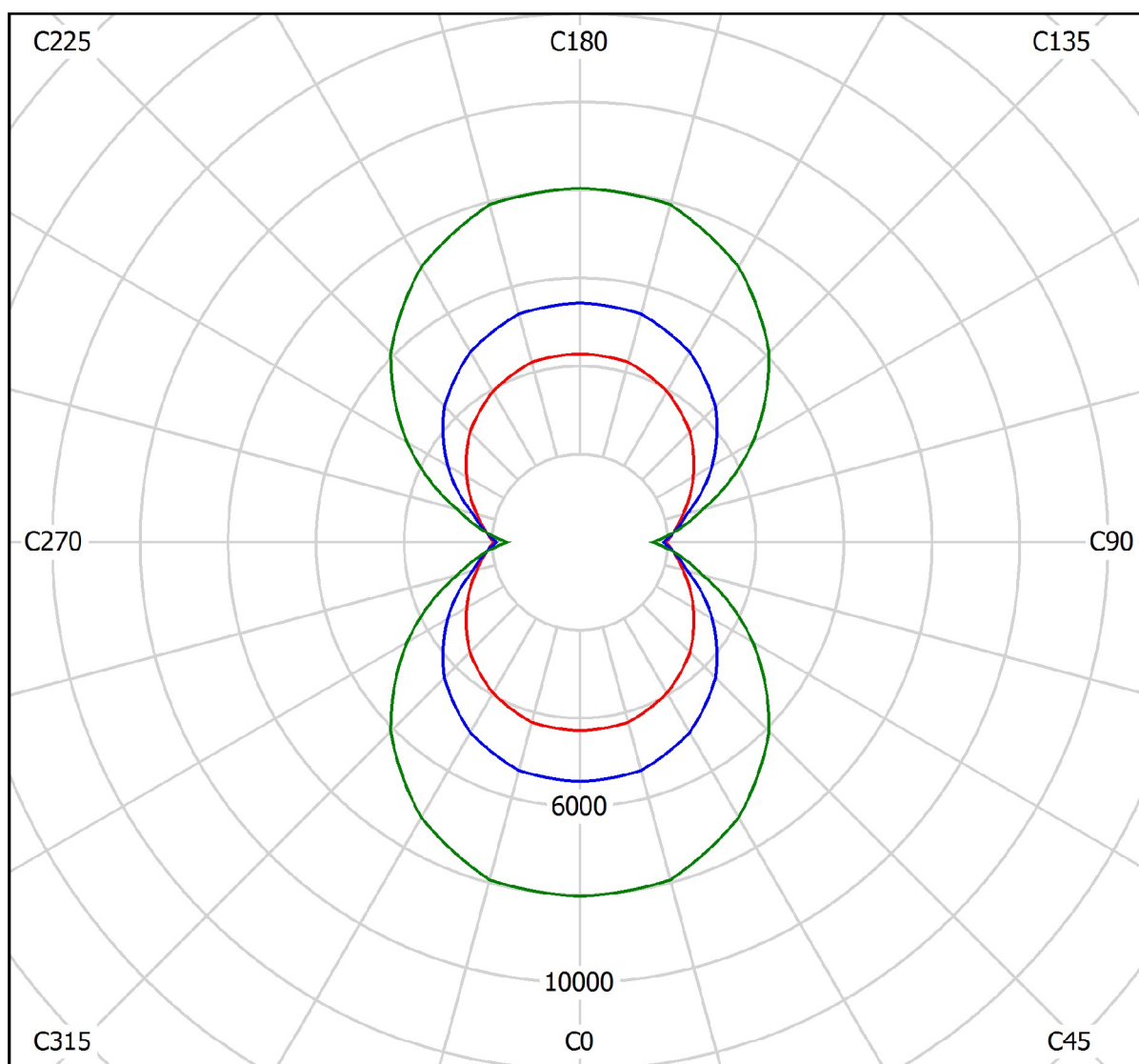
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
o Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
o Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
o Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	16.3	17.4	17.1	18.2	19.0	12.9	14.0	13.6	14.8	15.6
	3H	19.3	20.3	20.1	21.1	22.0	14.5	15.5	15.2	16.2	17.2
	4H	21.0	21.9	21.7	22.7	23.6	15.1	16.1	15.9	16.8	17.8
	6H	22.8	23.6	23.5	24.4	25.4	15.6	16.5	16.4	17.3	18.2
	8H	23.8	24.6	24.5	25.4	26.4	15.8	16.6	16.5	17.4	18.4
12H	24.9	25.7	25.7	26.5	27.5	15.9	16.7	16.6	17.5	18.4	
4H	2H	17.0	17.9	17.7	18.7	19.6	14.7	15.6	15.5	16.4	17.3
	3H	20.2	21.0	21.0	21.8	22.8	16.6	17.4	17.4	18.2	19.2
	4H	22.1	22.8	22.9	23.6	24.6	17.5	18.2	18.3	19.0	20.0
	6H	24.1	24.7	24.9	25.6	26.6	18.2	18.8	19.0	19.6	20.7
	8H	25.2	25.8	26.1	26.7	27.7	18.4	19.0	19.2	19.8	20.9
12H	26.5	27.0	27.3	27.9	29.0	18.6	19.1	19.4	20.0	21.0	
8H	4H	22.5	23.1	23.3	23.9	24.9	19.0	19.6	19.9	20.5	21.5
	6H	24.0	25.3	25.7	26.2	27.2	20.2	20.7	21.1	21.6	22.6
	8H	26.1	26.6	27.0	27.5	28.6	20.7	21.1	21.6	22.0	23.1
	12H	27.7	28.1	28.6	29.0	30.1	21.1	21.5	22.0	22.4	23.5
	12H	4H	22.5	23.0	23.3	23.9	25.0	19.5	20.1	20.4	20.9
6H		24.9	25.4	25.8	26.3	27.3	21.0	21.4	21.8	22.3	23.4
8H		26.4	26.8	27.3	27.7	28.8	21.7	22.1	22.6	23.0	24.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					-0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.3 / -0.3					-0.2 / -0.2					
S = 2.0H	+0.5 / -0.5					-0.4 / -0.5					
Tabla estándar	---					---					
Sumando de corrección	---					---					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3350lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O  
Lámparas: 1 x TL-D36W/840



cd/m²

— g = 55.0°

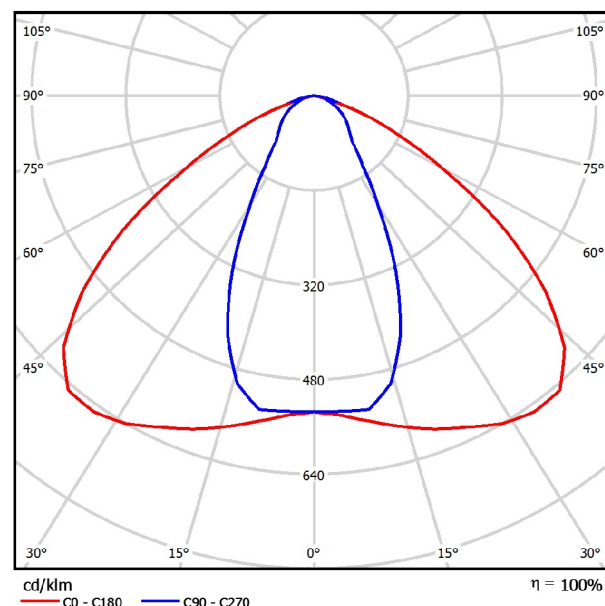
— g = 65.0°

— g = 75.0°

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 67 92 99 100 100

Emisión de luz 1:

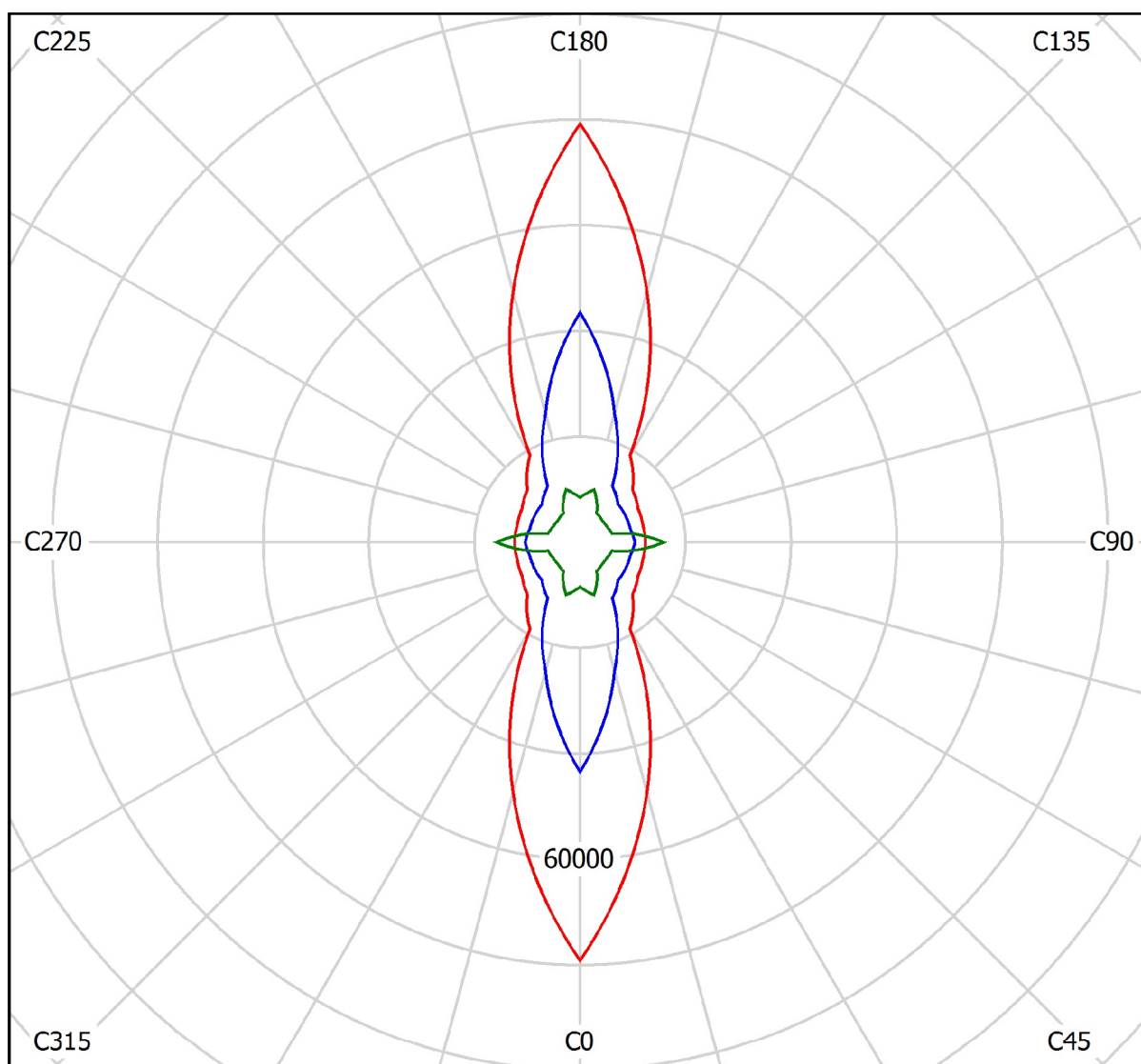
Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
▷ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
▷ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
▷ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	27.0	28.0	27.2	28.2	28.5	18.2	19.3	18.5	19.5	19.7
	3H	27.6	28.5	27.9	28.7	29.0	19.2	20.1	19.5	20.4	20.6
	4H	27.6	28.5	27.9	28.8	29.0	19.8	20.7	20.1	21.0	21.2
	6H	27.6	28.4	27.9	28.7	29.0	20.5	21.3	20.8	21.6	21.9
	8H	27.5	28.3	27.9	28.6	28.9	20.6	21.4	21.0	21.7	22.0
4H	12H	27.5	28.2	27.9	28.5	28.9	20.7	21.4	21.0	21.7	22.1
	2H	26.8	27.7	27.1	28.0	28.2	18.9	19.8	19.3	20.1	20.4
	3H	27.4	28.2	27.8	28.5	28.8	19.9	20.7	20.3	21.0	21.3
	4H	27.5	28.2	27.9	28.5	28.9	20.5	21.2	20.9	21.5	21.9
	6H	27.5	28.1	27.9	28.4	28.8	21.1	21.7	21.5	22.1	22.4
8H	8H	27.5	28.0	27.9	28.4	28.8	21.3	21.8	21.7	22.2	22.6
	12H	27.4	27.9	27.9	28.3	28.7	21.4	21.8	21.8	22.2	22.7
	4H	27.4	27.9	27.9	28.3	28.7	20.6	21.2	21.1	21.5	21.9
	6H	27.4	27.8	27.9	28.3	28.7	21.3	21.7	21.7	22.1	22.5
	8H	27.4	27.7	27.9	28.2	28.7	21.5	21.8	21.9	22.2	22.7
12H	12H	27.4	27.7	27.8	28.1	28.6	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8
	4H	27.4	27.9	27.8	28.3	28.7	20.6	21.1	21.1	21.5	21.9
	6H	27.4	27.7	27.9	28.2	28.7	21.2	21.6	21.7	22.0	22.5
	8H	27.4	27.7	27.8	28.1	28.6	21.4	21.7	21.9	22.2	22.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.9 / -0.9					+0.5 / -0.4				
S = 1.5H		+2.8 / -3.3					+1.0 / -0.8				
S = 2.0H		+4.4 / -4.9					+1.1 / -1.8				
Tabla estándar		BK01					BK05				
Sumando de corrección		9.4					4.3				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000lm/Hm flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC

Lámparas: 1 x LED100S/740/-



cd/m²

— g = 55.0°

— g = 65.0°

— g = 75.0°

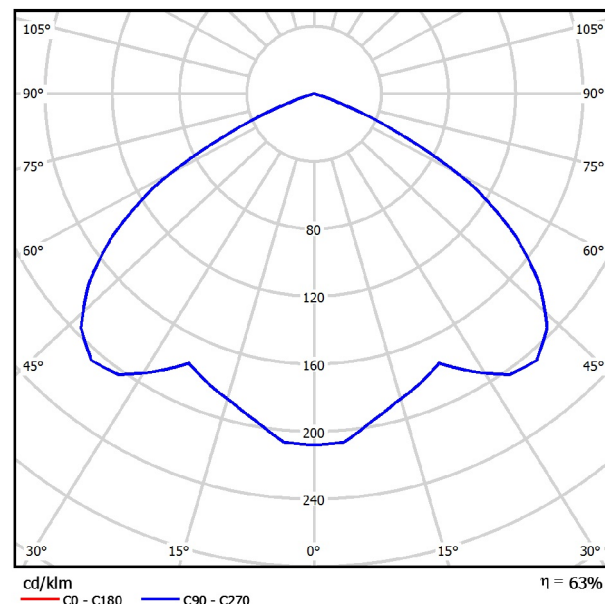
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 49 91 100 100 62



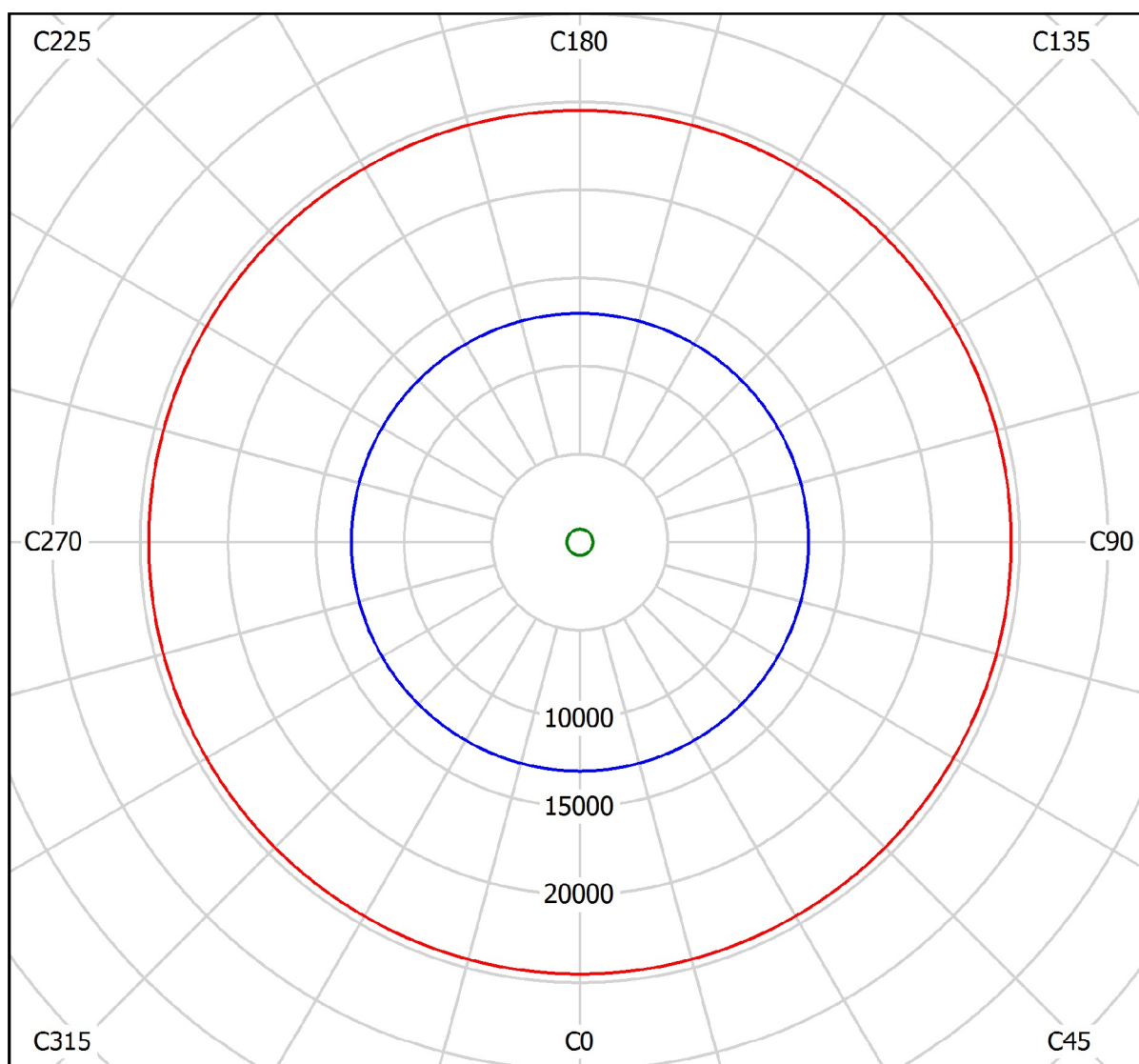
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
▷ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
▷ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
▷ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	24.1	25.4	24.4	25.6	25.8	24.1	25.4	24.4	25.6	25.8	
	3H	24.3	25.5	24.7	25.7	26.0	24.3	25.5	24.7	25.7	26.0	
	4H	24.3	25.3	24.6	25.6	25.9	24.3	25.3	24.6	25.6	25.9	
	6H	24.2	25.2	24.6	25.5	25.8	24.2	25.2	24.6	25.5	25.8	
	8H	24.2	25.1	24.5	25.4	25.7	24.2	25.1	24.5	25.4	25.7	
4H	12H	24.1	25.0	24.5	25.3	25.7	24.1	25.0	24.5	25.3	25.7	
	2H	24.4	25.5	24.8	25.8	26.1	24.4	25.5	24.8	25.8	26.1	
	3H	24.7	25.6	25.0	25.9	26.2	24.7	25.6	25.0	25.9	26.2	
	4H	24.6	25.4	25.0	25.7	26.1	24.6	25.4	25.0	25.7	26.1	
	6H	24.6	25.2	25.0	25.6	26.0	24.6	25.2	25.0	25.6	26.0	
8H	12H	24.5	25.1	25.0	25.5	25.9	24.5	25.1	25.0	25.5	25.9	
	2H	24.5	25.0	24.9	25.4	25.9	24.5	25.0	24.9	25.4	25.9	
	4H	24.5	25.1	25.0	25.5	25.9	24.5	25.1	25.0	25.5	25.9	
	6H	24.5	25.0	24.9	25.4	25.8	24.5	25.0	24.9	25.4	25.8	
	8H	24.4	24.9	24.9	25.3	25.8	24.4	24.9	24.9	25.3	25.8	
12H	12H	24.4	24.8	24.9	25.2	25.7	24.4	24.8	24.9	25.2	25.7	
	4H	24.5	25.0	25.0	25.5	25.9	24.5	25.0	25.0	25.5	25.9	
	6H	24.4	24.9	24.9	25.3	25.8	24.4	24.9	24.9	25.3	25.8	
	8H	24.4	24.8	24.9	25.2	25.7	24.4	24.8	24.9	25.2	25.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+1.0 / -1.5					+1.0 / -1.5					
S = 2.0H		+2.1 / -5.6					+2.1 / -5.6					
Tabla estándar		BK01					BK01					
Sumando de corrección		5.0					5.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4000lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W  
Lámparas: 1 x HPL-C80W



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°

— g = 65.0°

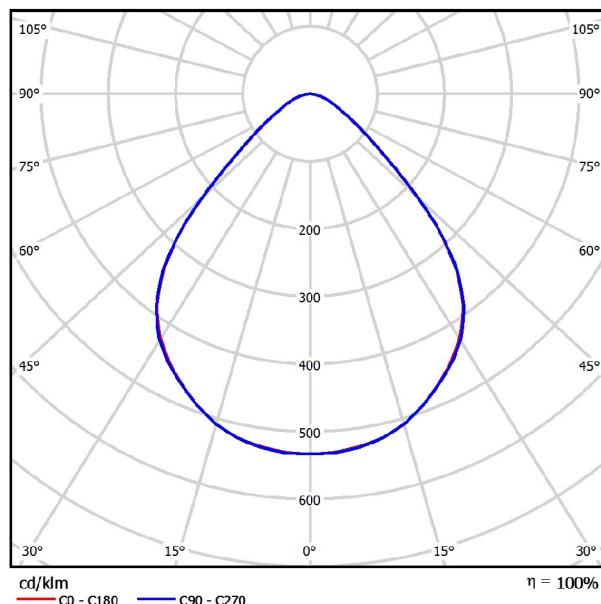
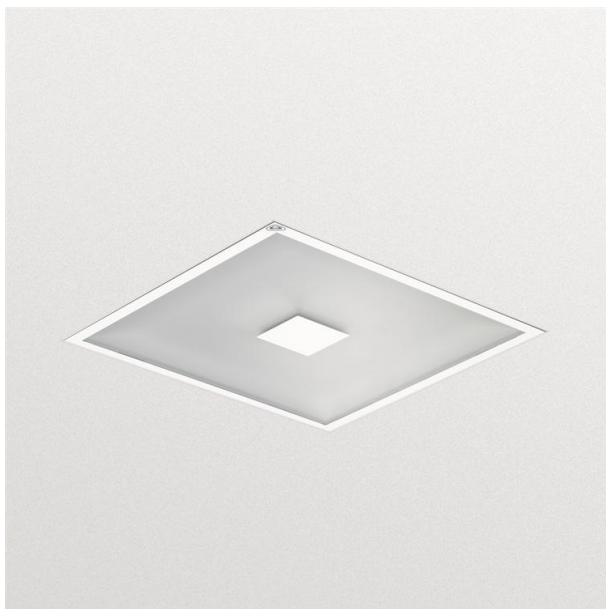
— g = 75.0°



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100

Emisión de luz 1:

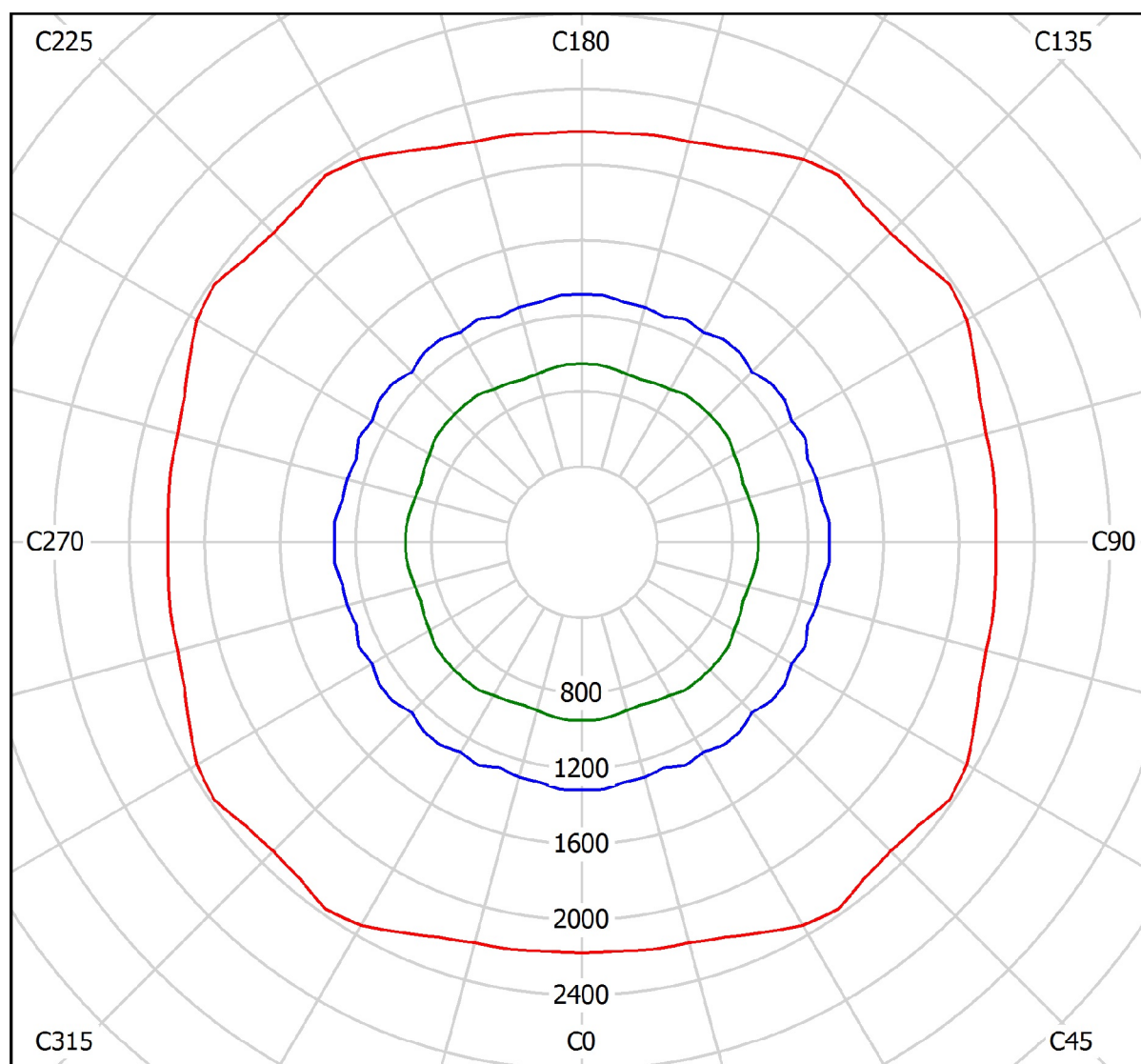
Valoración de deslumbramiento según UGR											
o Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
o Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
o Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	15.0	16.0	15.3	16.2	16.4	15.0	16.0	15.3	16.2	16.5
	3H	15.3	16.2	15.6	16.4	16.7	15.3	16.2	15.6	16.5	16.7
	4H	15.4	16.2	15.7	16.5	16.8	15.4	16.3	15.7	16.5	16.8
	6H	15.4	16.2	15.8	16.5	16.8	15.5	16.3	15.8	16.5	16.8
	8H	15.4	16.2	15.8	16.5	16.8	15.5	16.2	15.8	16.5	16.8
4H	12H	15.4	16.1	15.8	16.5	16.8	15.4	16.2	15.8	16.5	16.8
	2H	15.1	15.9	15.4	16.2	16.5	15.1	16.0	15.4	16.2	16.5
	3H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.5	16.2	15.9	16.6	16.9
	4H	15.7	16.3	16.1	16.7	17.0	15.7	16.3	16.1	16.7	17.0
	6H	15.8	16.4	16.2	16.7	17.1	15.8	16.4	16.2	16.7	17.1
8H	8H	15.8	16.3	16.3	16.7	17.1	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	12H	15.8	16.3	16.3	16.7	17.1	15.8	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.7	16.2	16.2	16.6	17.0	15.8	16.2	16.2	16.6	17.0
	6H	15.9	16.3	16.4	16.7	17.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.2
	8H	16.0	16.3	16.4	16.7	17.2	16.0	16.3	16.4	16.8	17.2
12H	12H	16.0	16.3	16.5	16.7	17.2	16.0	16.3	16.5	16.7	17.2
	4H	15.7	16.2	16.2	16.6	17.0	15.7	16.2	16.2	16.6	17.0
	6H	15.9	16.2	16.4	16.7	17.2	15.9	16.3	16.4	16.7	17.2
8H	16.0	16.3	16.4	16.7	17.2	16.0	16.3	16.5	16.7	17.2	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.8 / -1.4					+0.8 / -1.4				
S = 1.5H		+2.0 / -2.4					+2.0 / -2.4				
S = 2.0H		+3.5 / -3.1					+3.5 / -3.1				
Tabla estándar		BK02					BK02				
Sumando de corrección		-1.9					-1.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO

Lámparas: 1 x LED48/830/-



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°

— g = 65.0°

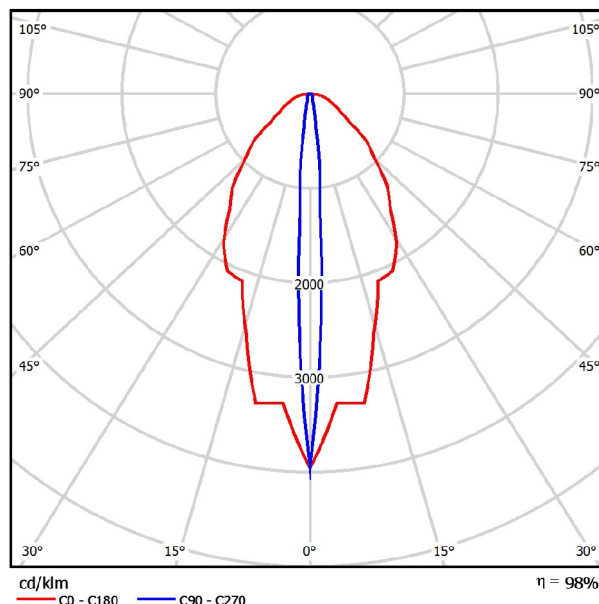
— g = 75.0°



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K719/3P2 Without / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 90 97 100 101

luminaria adosada / empotrada - alumbrado de emergencia lente de Fresnel  
vía de evacuación / caja de la escalera - altura > 3,5 m

Available lamps:  
1x3W LED (DC) (3 W)

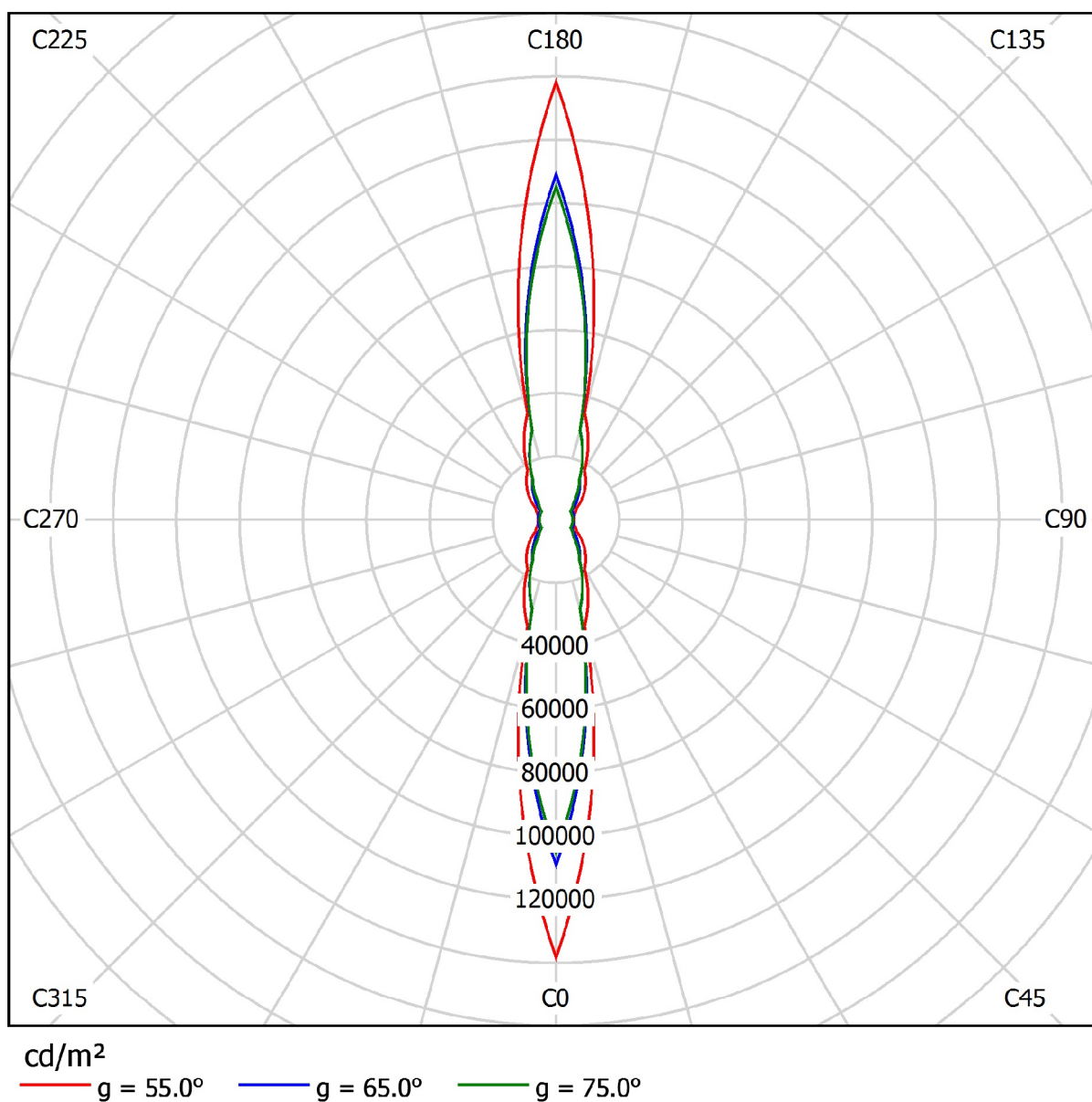
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	28.1	29.2	28.4	29.4	29.6	13.6	14.6	13.9	14.8	15.0
	3H	29.8	30.7	30.1	30.9	31.2	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0
	4H	30.7	31.6	31.0	31.9	32.1	15.0	15.9	15.3	16.2	16.4
	6H	31.8	32.6	32.1	32.9	33.2	15.4	16.2	15.8	16.5	16.8
	8H	32.3	33.1	32.7	33.4	33.7	15.6	16.4	15.9	16.7	17.0
4H	12H	32.8	33.5	33.1	33.8	34.1	15.7	16.4	16.0	16.7	17.1
	2H	27.9	28.8	28.3	29.1	29.3	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6
	3H	29.6	30.3	30.0	30.7	31.0	16.1	16.8	16.4	17.1	17.4
	4H	30.6	31.3	31.0	31.6	32.0	16.5	17.2	16.9	17.5	17.9
	6H	31.8	32.3	32.2	32.7	33.1	17.0	17.6	17.4	17.9	18.3
8H	12H	32.4	32.9	32.8	33.3	33.7	17.2	17.7	17.6	18.1	18.5
	2H	33.0	33.4	33.4	33.8	34.3	17.3	17.8	17.8	18.2	18.6
	4H	30.5	31.0	30.9	31.4	31.8	17.4	18.0	17.9	18.3	18.7
	6H	31.7	32.1	32.2	32.5	33.0	18.0	18.4	18.4	18.8	19.3
	8H	32.3	32.7	32.8	33.1	33.6	18.2	18.6	18.7	19.0	19.5
12H	12H	33.0	33.3	33.5	33.7	34.2	18.4	18.7	18.9	19.1	19.6
	4H	30.5	30.9	30.9	31.3	31.8	17.8	18.2	18.2	18.6	19.1
	6H	31.7	32.0	32.1	32.5	32.9	18.4	18.7	18.8	19.1	19.6
8H	32.3	32.6	32.8	33.1	33.6	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.8 / -0.9					+0.5 / -0.5				
S = 1.5H		+2.1 / -1.8					-0.9 / -0.9				
S = 2.0H		+3.3 / -2.9					-1.2 / -1.3				
Tabla estándar		---					BK05				
Sumando de corrección		---					0.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 83lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K719/3P2 Without / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: ETAP K719/3P2 Without  
Lámparas: 1 x 3W LED (DC)



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K719/3P2 Without / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: ETAP K719/3P2 Without

Lámparas: 1 x 3W LED (DC)

Índice de reproducción de color: 70

Flujo luminoso: 85 lm

Factor de corrección: 1.000

Factor de alumbrado de emergencia: 1.00

Flujo luminoso de alumbrado de emergencia: 85 lm

Grado de eficacia de funcionamiento: 97.89

Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior): 100.00

Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior): 0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	31.1	1.4	31.1
Gamma 0° - 180°	336.8	336.8	336.8

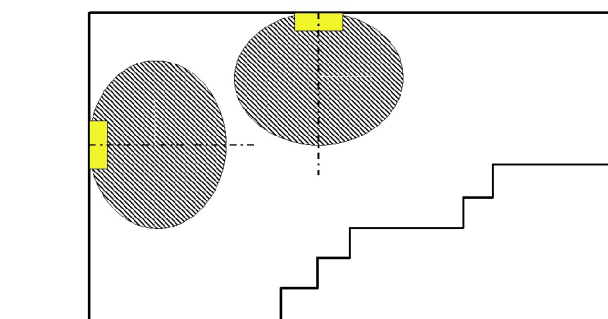
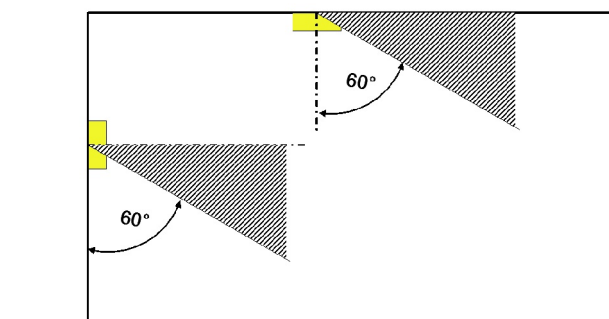







Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]					
2.00	2.86	6.79	5.69	1.80	0.69
2.50	3.44	8.41	7.07	2.22	0.81
3.00	3.84	9.16	7.86	2.21	0.80
3.50	4.17	9.85	8.52	2.32	0.81
4.00	4.29	10.65	8.95	2.35	0.78

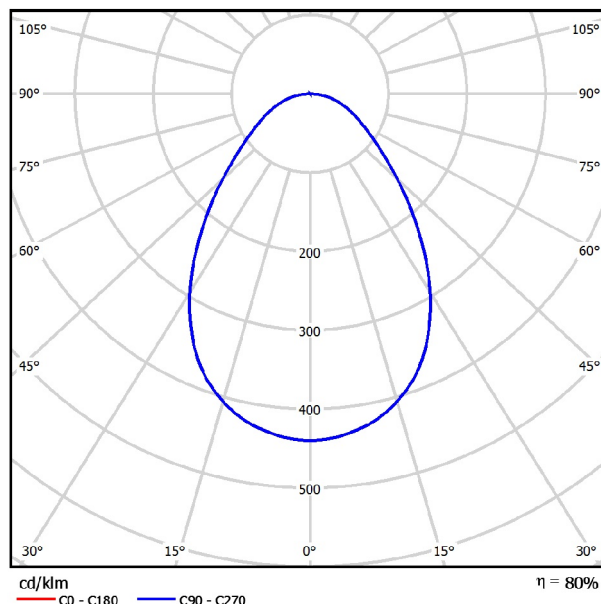
La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 63 86 97 100 80

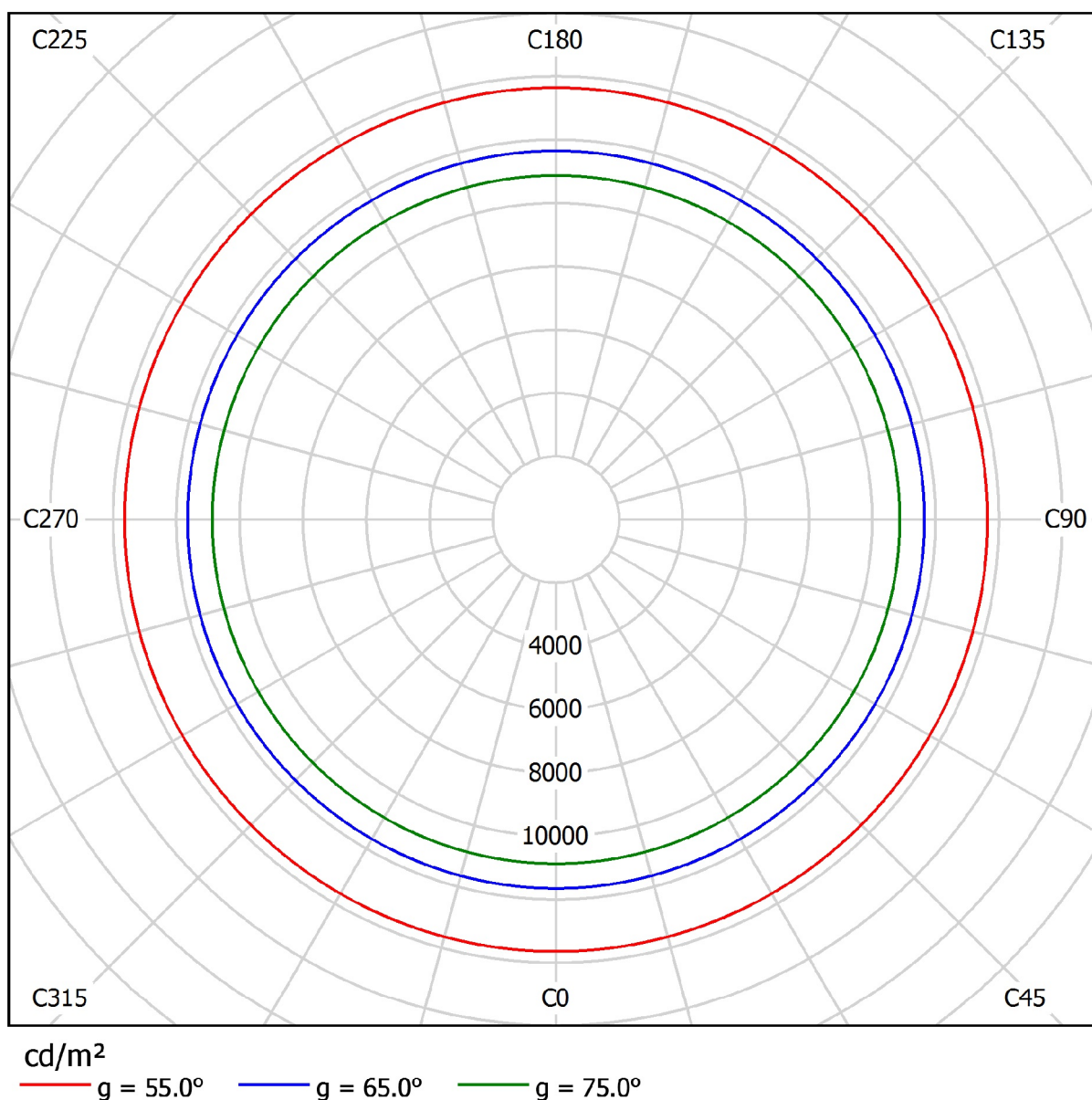
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	20.9	22.0	21.2	22.2	22.5	20.9	22.0	21.2	22.2	22.5	
	3H	22.1	23.1	22.4	23.3	23.6	22.1	23.1	22.4	23.3	23.6	
	4H	22.6	23.6	23.0	23.9	24.1	22.6	23.6	23.0	23.9	24.1	
	6H	23.1	24.0	23.5	24.3	24.6	23.1	24.0	23.5	24.3	24.6	
	8H	23.3	24.1	23.7	24.5	24.8	23.3	24.1	23.7	24.5	24.8	
4H	12H	23.4	24.2	23.8	24.5	24.9	23.4	24.2	23.8	24.5	24.9	
	2H	21.4	22.3	21.7	22.6	22.9	21.4	22.3	21.7	22.6	22.9	
	3H	22.8	23.6	23.2	23.9	24.3	22.8	23.6	23.2	23.9	24.3	
	4H	23.5	24.2	23.9	24.6	24.9	23.5	24.2	23.9	24.6	24.9	
	6H	24.2	24.8	24.6	25.1	25.5	24.2	24.8	24.6	25.1	25.5	
8H	8H	24.4	25.0	24.8	25.4	25.8	24.4	25.0	24.8	25.4	25.8	
	12H	24.6	25.1	25.0	25.5	25.9	24.6	25.1	25.0	25.5	25.9	
	4H	23.8	24.4	24.2	24.8	25.2	23.8	24.4	24.2	24.8	25.2	
	6H	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	24.6	25.1	25.1	25.5	25.9	
	8H	24.9	25.3	25.4	25.8	26.3	24.9	25.3	25.4	25.8	26.3	
12H	12H	25.2	25.5	25.7	26.0	26.5	25.2	25.5	25.7	26.0	26.5	
	4H	23.8	24.4	24.3	24.8	25.2	23.8	24.4	24.3	24.8	25.2	
	6H	24.7	25.1	25.2	25.5	26.0	24.7	25.1	25.2	25.5	26.0	
8H	25.1	25.4	25.5	25.9	26.4	25.1	25.4	25.5	25.9	26.4		
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+0.3 / -0.5					+0.3 / -0.5					
S = 2.0H		+0.7 / -0.9					+0.7 / -0.9					
Tabla estándar		BK05					BK05					
Sumando de corrección		6.4					6.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 634lm: Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO  
Lámparas: 1 x DLED-3000

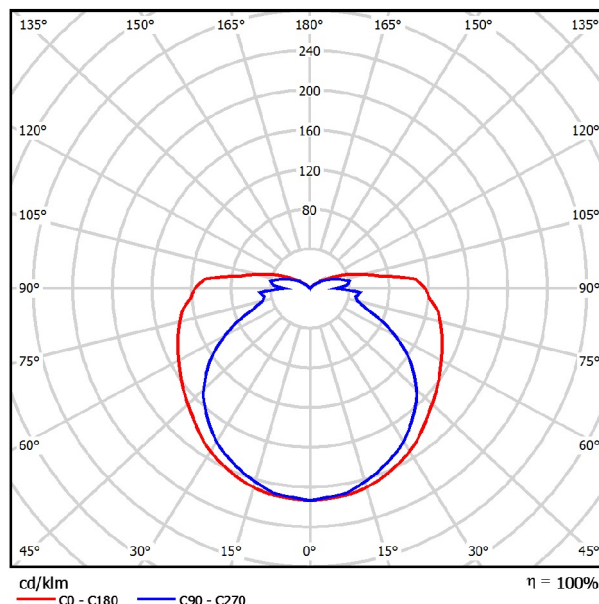




Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K231/2P Single-sided foil / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101

luminaria adosada / empotrada - alumbrado de emergencia difusor opal  
señalización de seguridad por un lado - no aplicarse a

Available lamps:  
1x3W LED (DC) (3 W)

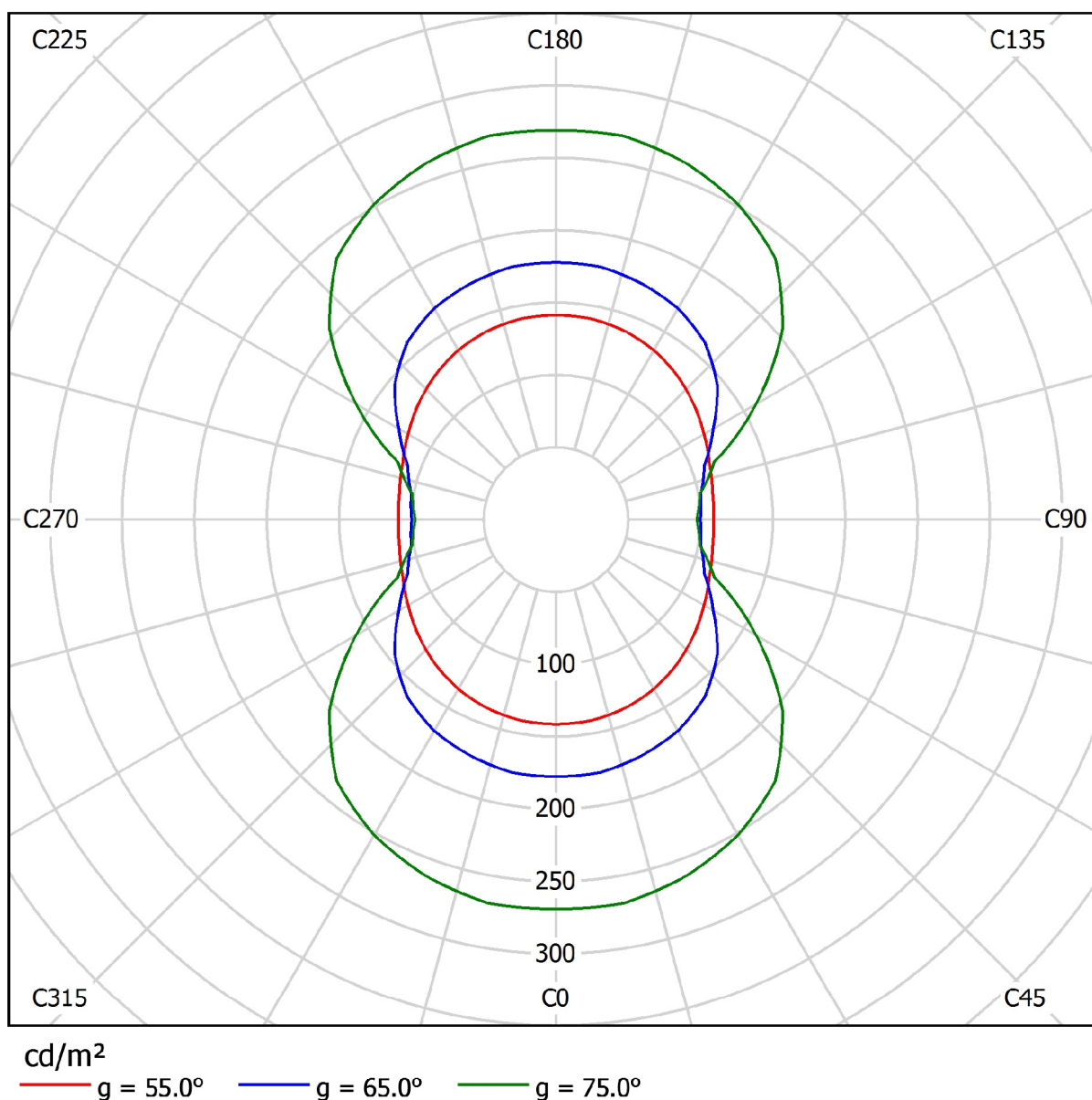
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
↳ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
↳ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
↳ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	5.2	6.5	5.7	7.0	7.5	3.5	4.8	4.0	5.3	5.8
	3H	8.2	9.4	8.7	9.9	10.4	5.0	6.2	5.5	6.7	7.2
	4H	9.8	11.0	10.4	11.5	12.1	5.7	6.8	6.2	7.3	7.9
	6H	11.7	12.7	12.2	13.3	13.9	6.6	7.7	7.2	8.2	8.9
	8H	12.7	13.7	13.3	14.3	14.9	7.4	8.4	7.9	8.9	9.6
4H	12H	13.8	14.8	14.4	15.4	16.0	8.4	9.4	8.9	9.9	10.6
	2H	6.0	7.1	6.5	7.7	8.2	4.7	5.9	5.3	6.4	7.0
	3H	9.2	10.2	9.8	10.8	11.4	6.6	7.6	7.1	8.1	8.8
	4H	11.1	12.0	11.7	12.6	13.2	7.4	8.3	8.0	8.9	9.6
	6H	13.1	13.9	13.8	14.6	15.3	8.5	9.3	9.1	9.9	10.6
8H	12H	14.3	15.0	14.9	15.6	16.4	9.3	10.0	9.9	10.7	11.4
	2H	15.5	16.2	16.2	16.9	17.6	10.4	11.1	11.1	11.8	12.5
	4H	11.6	12.3	12.2	13.0	13.7	8.8	9.6	9.5	10.2	10.9
	6H	14.0	14.6	14.7	15.3	16.0	10.2	10.9	10.9	11.5	12.3
	8H	15.3	15.9	16.0	16.6	17.4	11.1	11.7	11.8	12.4	13.2
12H	12H	16.8	17.4	17.5	18.0	18.8	12.3	12.8	13.0	13.5	14.3
	4H	11.6	12.3	12.3	13.0	13.7	9.3	10.0	10.0	10.6	11.4
	6H	14.2	14.8	14.9	15.4	16.2	11.0	11.6	11.7	12.3	13.0
	8H	15.7	16.2	16.4	16.9	17.7	12.1	12.6	12.8	13.3	14.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					-0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.3					-0.3 / -0.2				
S = 2.0H		+0.4 / -0.5					-0.4 / -0.5				
Tabla estándar		---					---				
Sumando de corrección		---					---				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 23lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K231/2P Single-sided foil / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: ETAP K231/2P Single-sided foil  
Lámparas: 1 x 3W LED (DC)



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K231/2P Single-sided foil / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: ETAP K231/2P Single-sided foil

Lámparas: 1 x 3W LED (DC)

Índice de reproducción de color: 70

Flujo luminoso: 23 lm

Factor de corrección: 1.000

Factor de alumbrado de emergencia: 1.00

Flujo luminoso de alumbrado de emergencia: 23 lm

Grado de eficacia de funcionamiento: 100.37

Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior): 85.92

Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior): 14.08

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	3.5	2.4	3.5
Gamma 0° - 180°	4.9	4.9	4.9

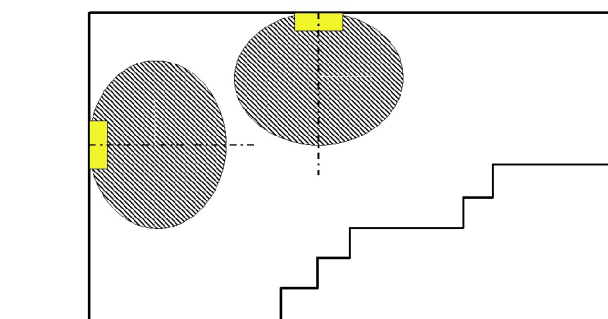
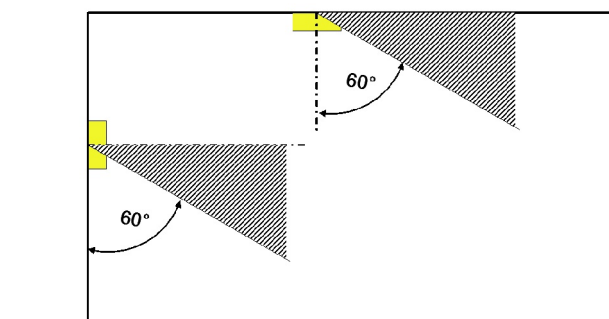







Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]					
2.00	0.00	2.41	2.34	2.27	0.00
2.50	0.00	0.97	0.89	0.89	0.00
3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

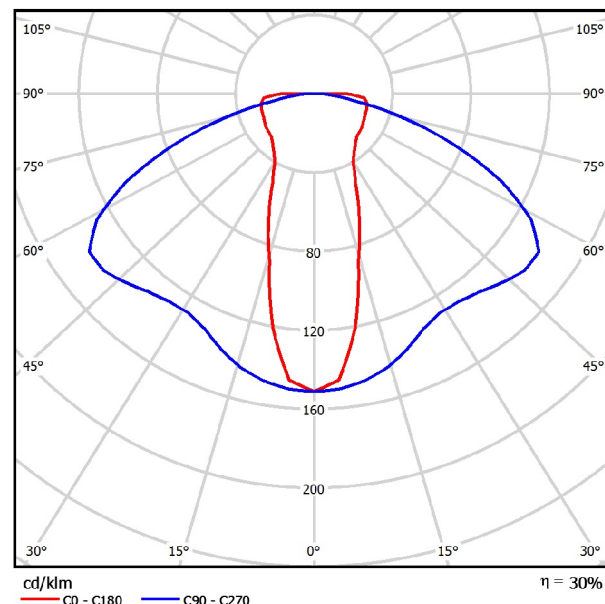
- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K244/6N-E Double-sided foil / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30

luminaria adosada / empotrada - alumbrado de emergencia reflector  
señalización de seguridad por un lado y por ambos lados - no aplicarse a

Available lamps:  
1x6W TL (DC) (6 W)

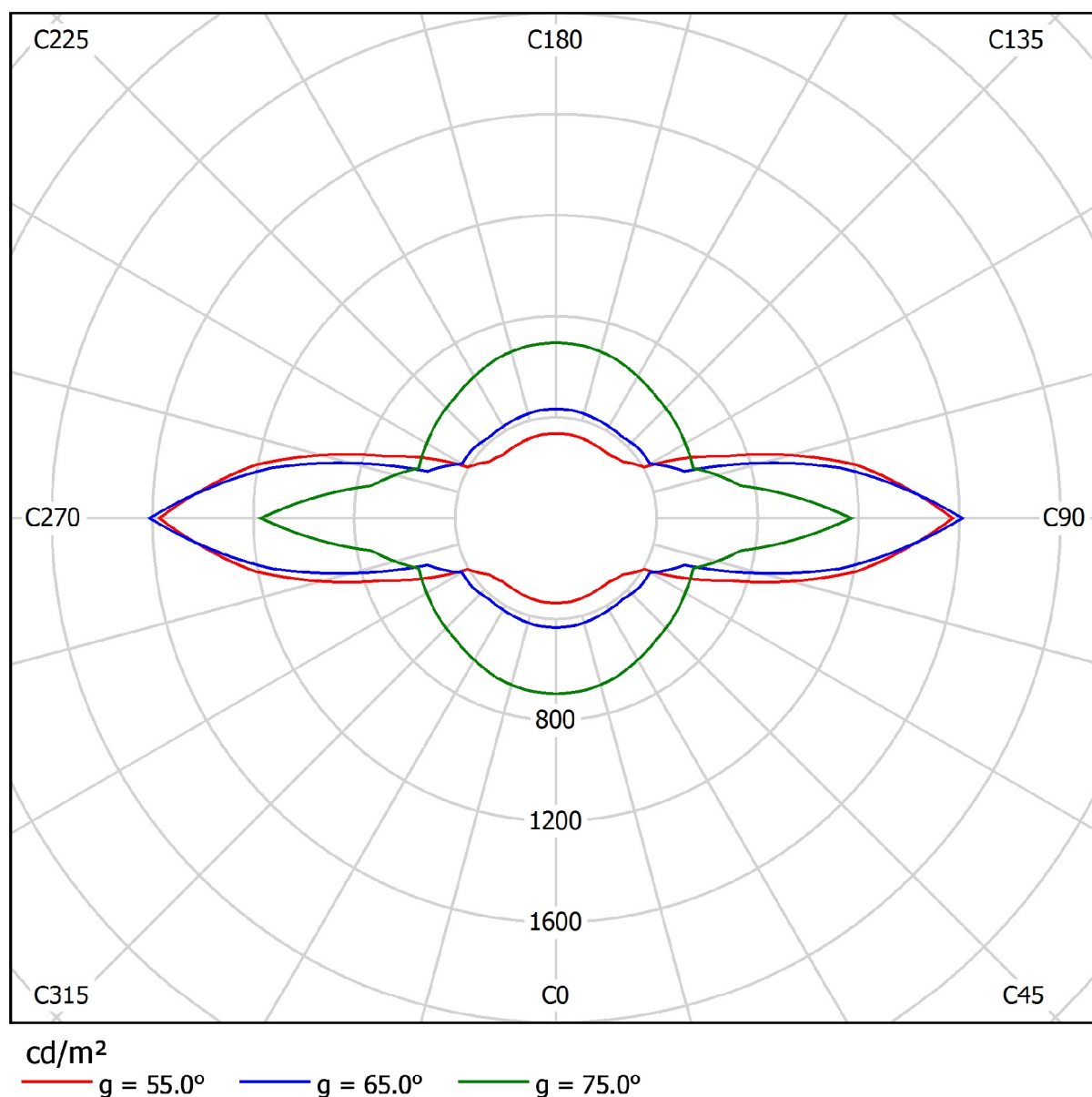
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
▷ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
▷ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
▷ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	7.1	8.5	7.4	8.7	8.9	13.7	15.2	14.0	15.4	15.6	
	3H	10.1	11.4	10.5	11.7	12.0	15.9	17.2	16.3	17.5	17.8	
	4H	11.9	13.2	12.3	13.5	13.8	16.7	17.9	17.0	18.2	18.5	
	6H	14.0	15.1	14.3	15.4	15.8	17.2	18.3	17.5	18.6	19.0	
	8H	15.1	16.2	15.4	16.5	16.8	17.4	18.5	17.7	18.8	19.1	
4H	12H	16.3	17.4	16.7	17.7	18.1	17.5	18.6	17.9	18.9	19.2	
	2H	8.2	9.4	8.6	9.7	10.0	13.7	14.9	14.1	15.2	15.5	
	3H	11.4	12.5	11.8	12.8	13.2	16.0	17.1	16.4	17.4	17.7	
	4H	13.4	14.3	13.8	14.7	15.1	16.9	17.8	17.3	18.2	18.6	
	6H	15.6	16.4	16.0	16.8	17.2	17.6	18.5	18.0	18.8	19.2	
8H	8H	16.8	17.6	17.2	18.0	18.4	17.9	18.7	18.4	19.1	19.5	
	12H	18.2	18.9	18.6	19.3	19.8	18.2	19.0	18.7	19.4	19.8	
	4H	14.1	14.9	14.5	15.3	15.7	17.1	17.9	17.5	18.3	18.7	
	6H	16.6	17.2	17.0	17.7	18.1	18.0	18.7	18.5	19.1	19.6	
	8H	18.0	18.6	18.5	19.0	19.5	18.5	19.1	19.0	19.6	20.1	
12H	12H	19.6	20.1	20.1	20.6	21.1	19.1	19.6	19.6	20.1	20.6	
	4H	14.2	15.0	14.7	15.4	15.8	17.1	17.9	17.6	18.3	18.7	
	6H	16.8	17.4	17.3	17.9	18.4	18.2	18.8	18.7	19.3	19.7	
8H	18.4	18.9	18.8	19.4	19.9	18.8	19.4	19.3	19.8	20.3		
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.3 / -0.3					+0.9 / -0.9					
S = 2.0H		+0.5 / -0.6					+1.6 / -1.4					
Tabla estándar		---					BK07					
Sumando de corrección		---					-2.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2911m: Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K244/6N-E Double-sided foil / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
Lámparas: 1 x 6W TL (DC)



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ETAP K244/6N-E Double-sided foil / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: ETAP K244/6N-E Double-sided foil

Lámparas: 1 x 6W TL (DC)

Índice de reproducción de color:	85
Flujo luminoso:	291 lm
Factor de corrección:	1.000
Factor de alumbrado de emergencia:	1.00
Flujo luminoso de alumbrado de emergencia:	291 lm
Grado de eficacia de funcionamiento:	30.06
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior):	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior):	0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	8.4	37.2	37.2
Gamma 0° - 180°	44.0	44.0	44.0

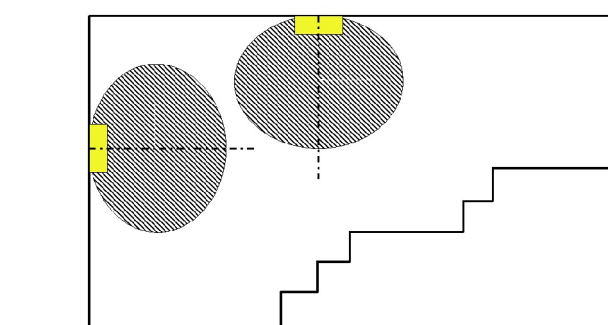
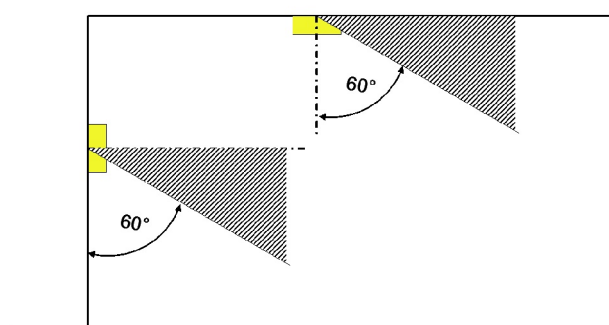


Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]					
2.00	1.40	4.32	6.22	8.12	3.20
2.50	1.33	4.16	6.50	8.84	3.32
3.00	1.27	3.95	6.61	9.28	3.22
3.50	1.21	3.78	6.47	9.47	2.94
4.00	1.07	3.67	6.16	9.34	2.50

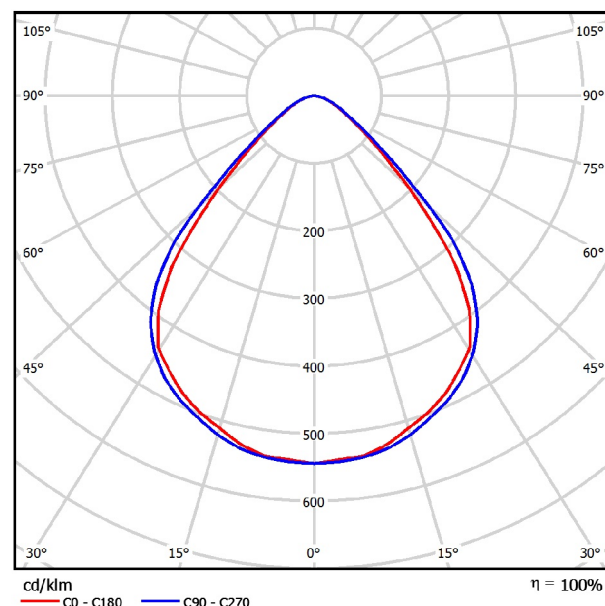
La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Emisión de luz 1:

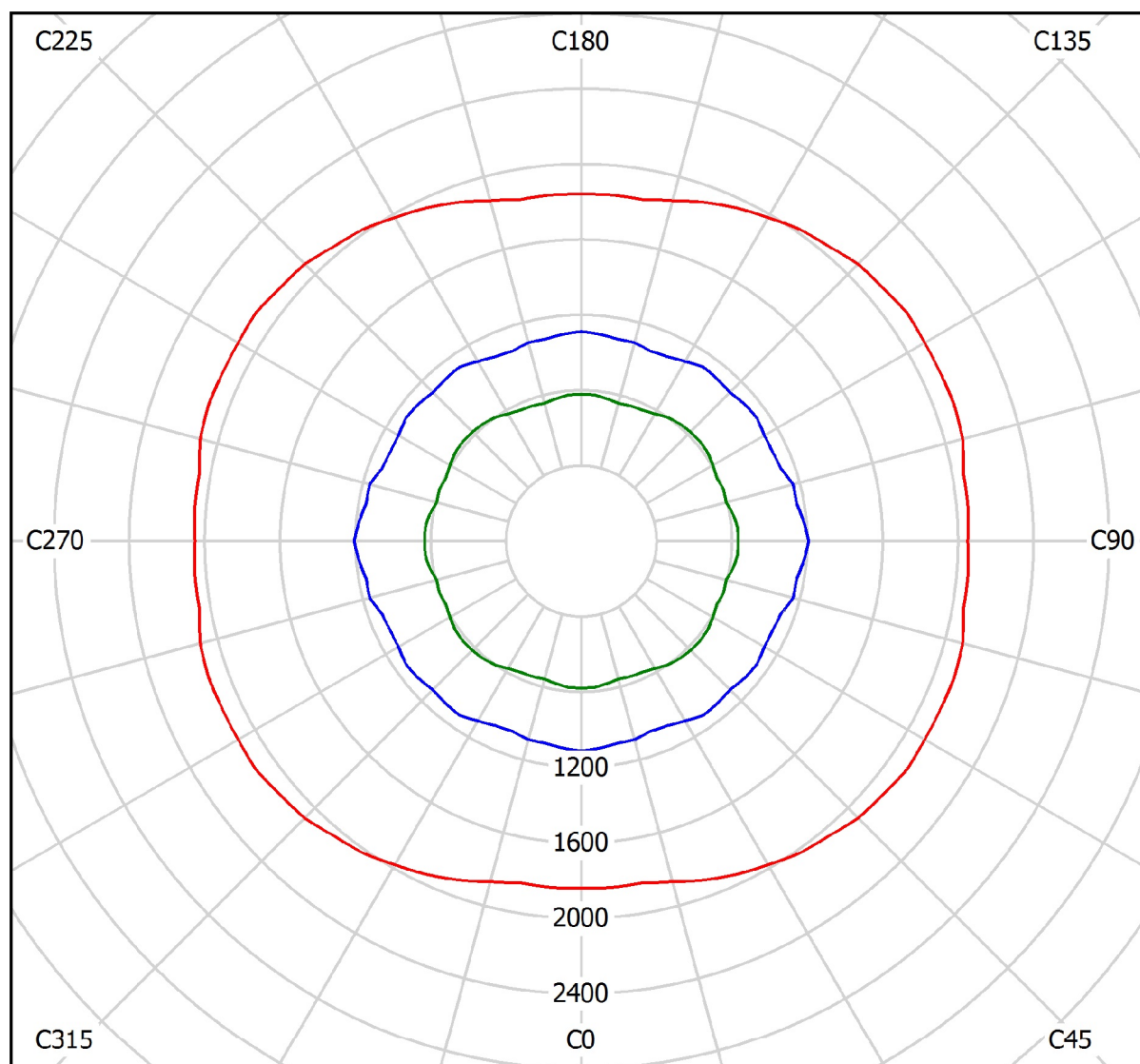
Valoración de deslumbramiento según UGR												
▷ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
▷ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
▷ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	14.4	15.3	14.6	15.6	15.8	14.9	15.9	15.2	16.1	16.3	
	3H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	15.1	16.0	15.4	16.3	16.5	
	4H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6	
	6H	14.7	15.5	15.1	15.8	16.1	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	
	8H	14.7	15.5	15.1	15.8	16.1	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	
	12H	14.7	15.4	15.1	15.7	16.0	15.2	15.9	15.6	16.2	16.5	
4H	2H	14.4	15.3	14.8	15.5	15.8	14.9	15.8	15.3	16.0	16.3	
	3H	14.8	15.5	15.2	15.8	16.1	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	
	4H	15.0	15.6	15.4	15.9	16.3	15.4	16.0	15.8	16.4	16.7	
	6H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.3	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	
	8H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.3	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	
	12H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.3	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	
8H	4H	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	
	6H	15.1	15.5	15.6	15.9	16.4	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8	
	8H	15.2	15.5	15.6	15.9	16.4	15.6	15.9	16.1	16.4	16.8	
	12H	15.2	15.4	15.6	15.9	16.4	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	
	6H	15.1	15.4	15.6	15.9	16.4	15.6	15.9	16.0	16.3	16.8	
12H	8H	15.2	15.4	15.6	15.9	16.4	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
	12H	15.2	15.4	15.6	15.9	16.4	15.6	15.9	16.1	16.3	16.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.1 / -1.6					+0.9 / -1.6					
S = 1.5H		+2.1 / -2.7					+2.5 / -2.8					
S = 2.0H		+3.7 / -3.4					+4.1 / -3.6					
Tabla estándar		BK02					BK01					
Sumando de corrección		-2.6					-2.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1850lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Lámparas: 1 x LED24/830/-



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°

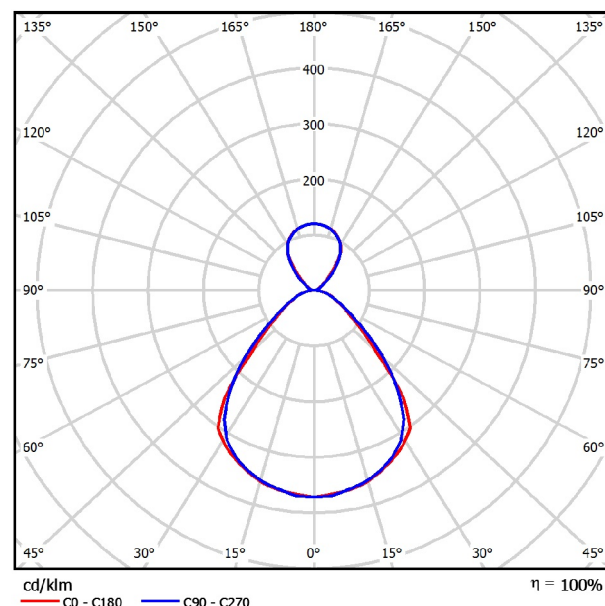
— g = 65.0°

— g = 75.0°

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 78  
Código CIE Flux: 64 89 97 78 100

Emisión de luz 1:

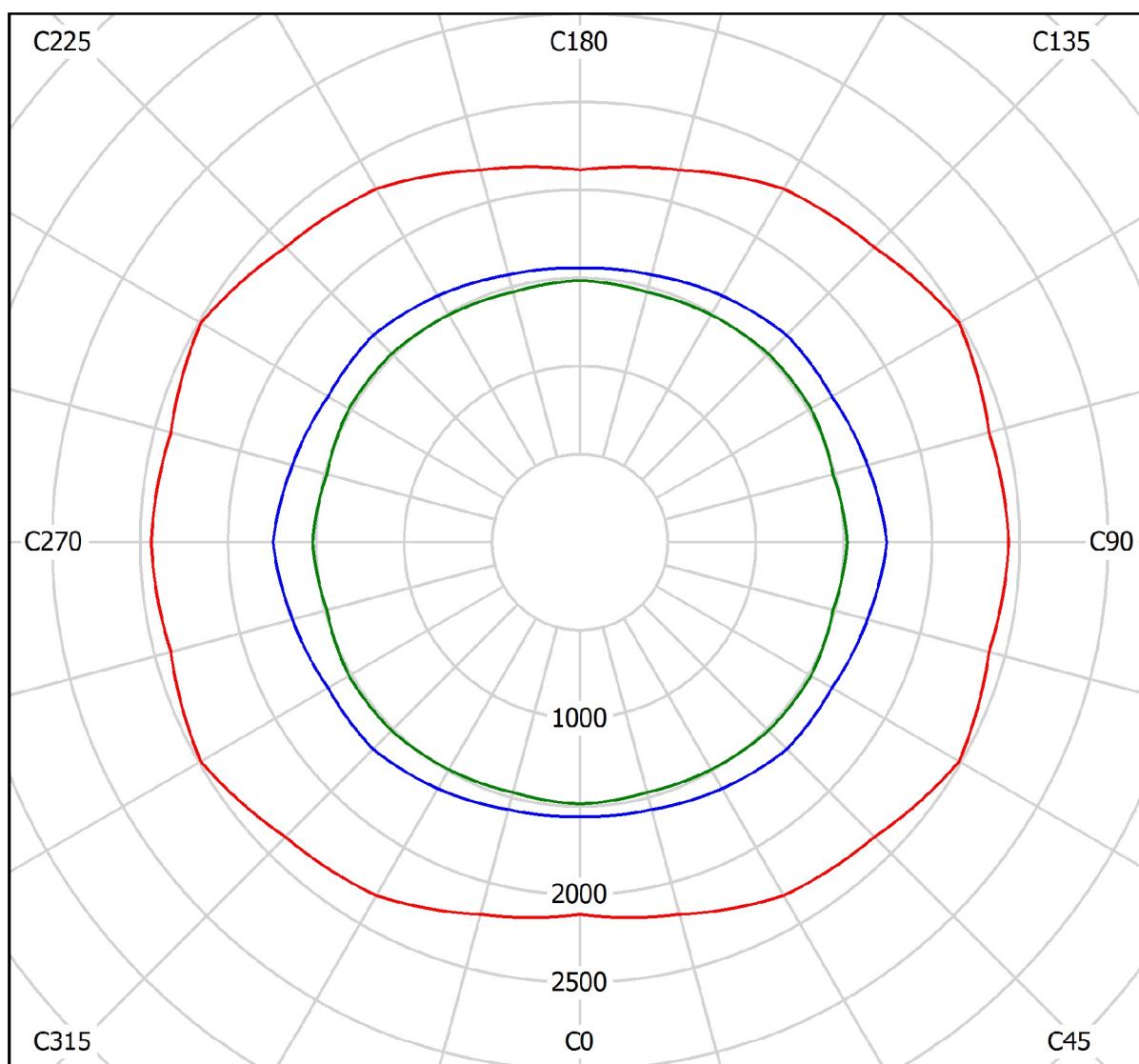
Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
▷ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
▷ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
▷ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X                  Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	13.5	14.4	14.0	14.9	15.6	13.9	14.8	14.4	15.3	15.9
	3H	14.1	14.9	14.7	15.5	16.2	14.5	15.3	15.1	15.9	16.5
	4H	14.5	15.2	15.1	15.8	16.5	14.8	15.5	15.4	16.1	16.8
	6H	14.8	15.5	15.5	16.1	16.8	15.0	15.7	15.7	16.4	17.1
	8H	14.9	15.6	15.6	16.2	17.0	15.2	15.8	15.8	16.5	17.2
4H	12H	15.0	15.7	15.7	16.3	17.1	15.2	15.9	15.9	16.5	17.3
	2H	13.7	14.4	14.3	15.0	15.7	14.0	14.8	14.6	15.4	16.1
	3H	14.5	15.2	15.2	15.8	16.6	14.8	15.4	15.5	16.1	16.8
	4H	15.0	15.6	15.7	16.2	17.0	15.2	15.8	15.9	16.5	17.3
	6H	15.5	16.0	16.2	16.7	17.5	15.7	16.1	16.4	16.9	17.7
8H	8H	15.7	16.2	16.5	16.9	17.7	15.9	16.3	16.6	17.0	17.9
	12H	15.9	16.3	16.7	17.0	17.9	16.0	16.4	16.8	17.1	18.0
	4H	15.2	15.6	15.9	16.3	17.2	15.4	15.8	16.1	16.5	17.4
	6H	15.9	16.2	16.6	17.0	17.8	16.0	16.3	16.7	17.1	17.9
	8H	16.2	16.5	17.0	17.3	18.2	16.3	16.6	17.0	17.3	18.2
12H	12H	16.5	16.7	17.3	17.5	18.4	16.5	16.8	17.3	17.6	18.5
	4H	15.2	15.6	15.9	16.3	17.2	15.4	15.8	16.1	16.5	17.4
	6H	15.9	16.2	16.7	17.0	17.9	16.0	16.3	16.8	17.1	18.0
	8H	16.3	16.5	17.1	17.3	18.3	16.4	16.6	17.1	17.4	18.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.4 / -0.5					+0.4 / -0.5				
S = 1.5H		+0.8 / -0.9					+0.7 / -1.0				
S = 2.0H		+1.7 / -1.3					+1.6 / -1.4				
Tabla estándar		BK04					BK04				
Sumando de corrección		-0.9					-0.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO  
Lámparas: 1 x LXML/WW/-



cd/m²

— g = 55.0°

— g = 65.0°

— g = 75.0°

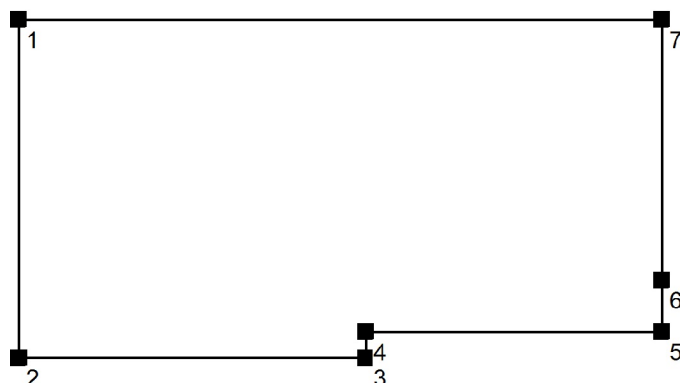
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.67

Altura del local: 3.000 m  
Base: 11.49 m<sup>2</sup>



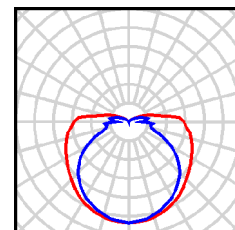
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	30	/	/	/
Techo	75	/	/	/
Pared 1	50	( 0.297   21.246 )	( 0.300   18.746 )	2.500
Pared 2	50	( 0.300   18.746 )	( 2.872   18.746 )	2.572
Pared 3	50	( 2.872   18.746 )	( 2.872   18.939 )	0.193
Pared 4	50	( 2.872   18.939 )	( 5.063   18.939 )	2.191
Pared 5	50	( 5.063   18.939 )	( 5.063   19.319 )	0.381
Pared 6	50	( 5.063   19.319 )	( 5.063   21.246 )	1.926
Pared 7	50	( 5.063   21.246 )	( 0.297   21.246 )	4.766



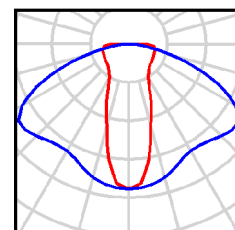
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Lista de luminarias

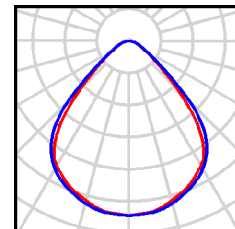
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



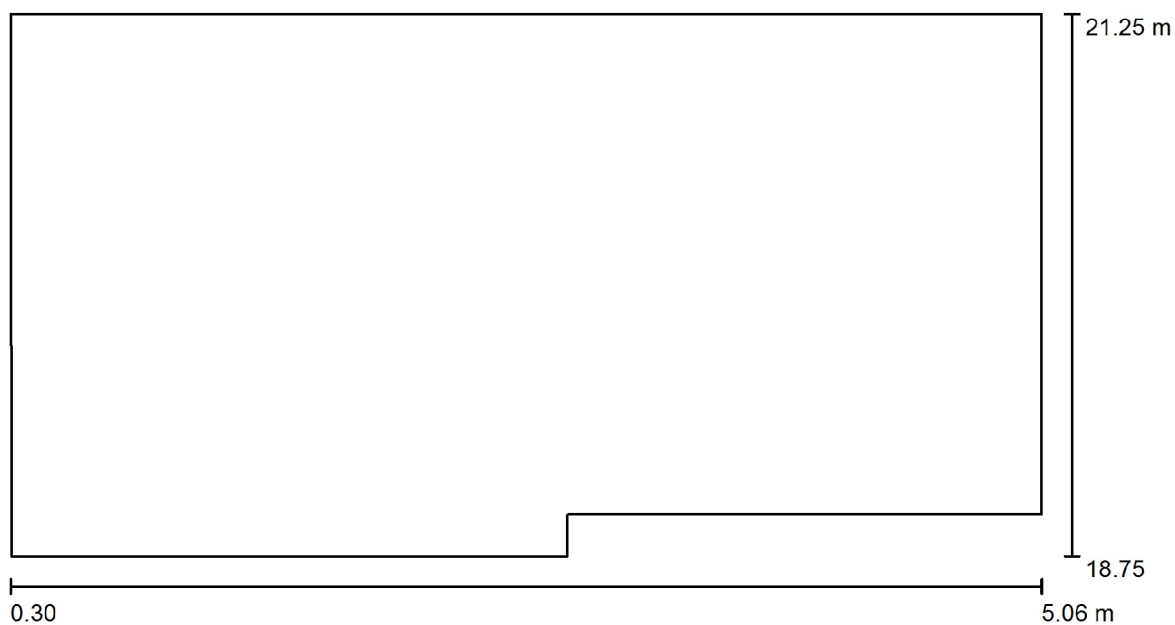
1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



6 Pieza PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm  
Potencia de las luminarias: 23.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



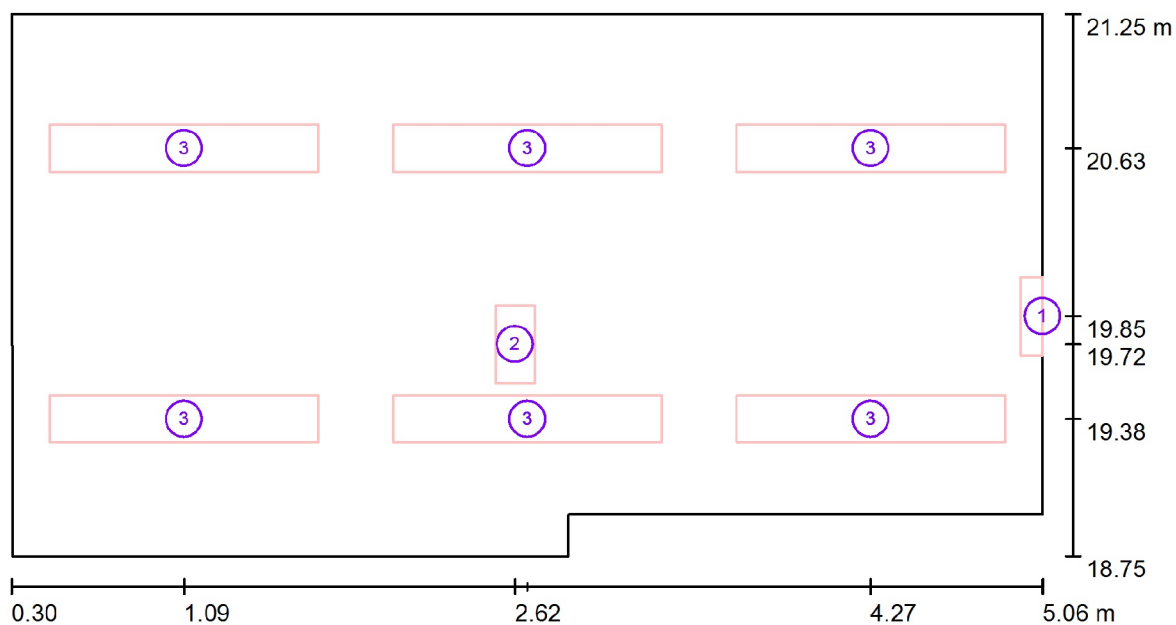
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala de Mantenimiento / Planta**

Escala 1 : 35

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Sala de Mantenimiento / Luminarias (ubicación)



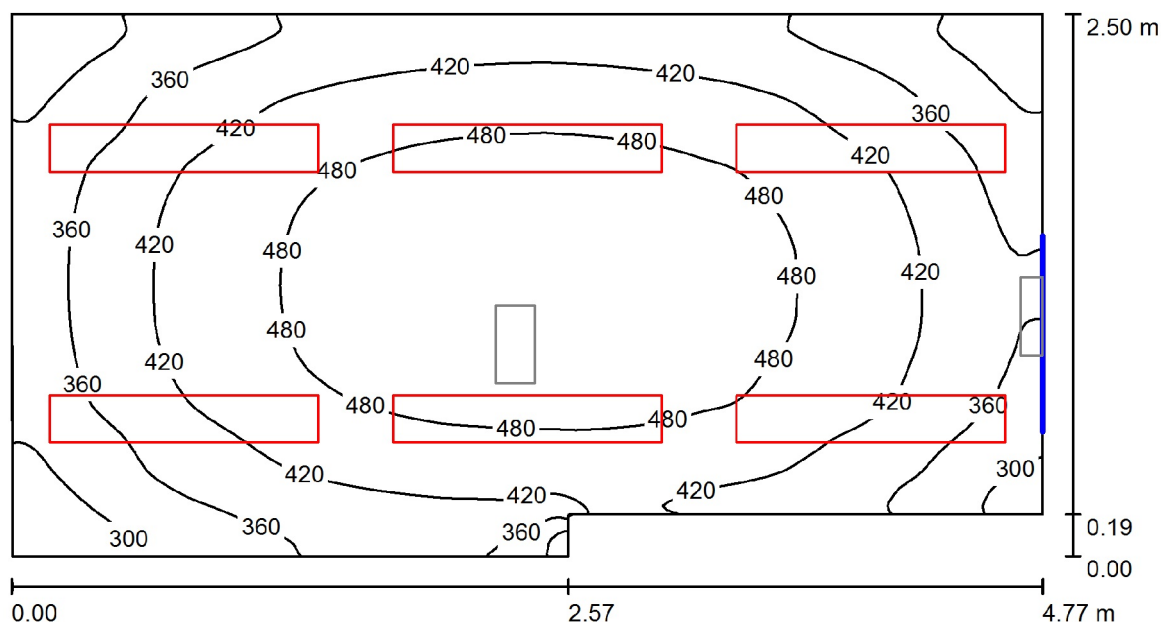
Escala 1 : 35

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	421	245	528	0.583
Suelo	30	331	210	399	0.637
Techo	75	81	38	114	0.467
Paredes (7)	50	202	66	427	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC (1.000)	1850	1850	23.0
Total:			11100	11100	138.0

Valor de eficiencia energética:  $12.01 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.49 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11100 lm  
Potencia total: 138.0 W  
Factor mantenimiento: 0.67  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	325	95	421	/	/
Suelo	238	93	331	30	32
Techo	0.00	81	81	75	19
Pared 1	105	93	198	50	31
Pared 2	104	92	195	50	31
Pared 3	57	93	149	50	24
Pared 4	122	100	222	50	35
Pared 5	104	92	196	50	31
Pared 6	108	92	200	50	32
Pared 7	107	95	201	50	32

Simetrías en el plano útil

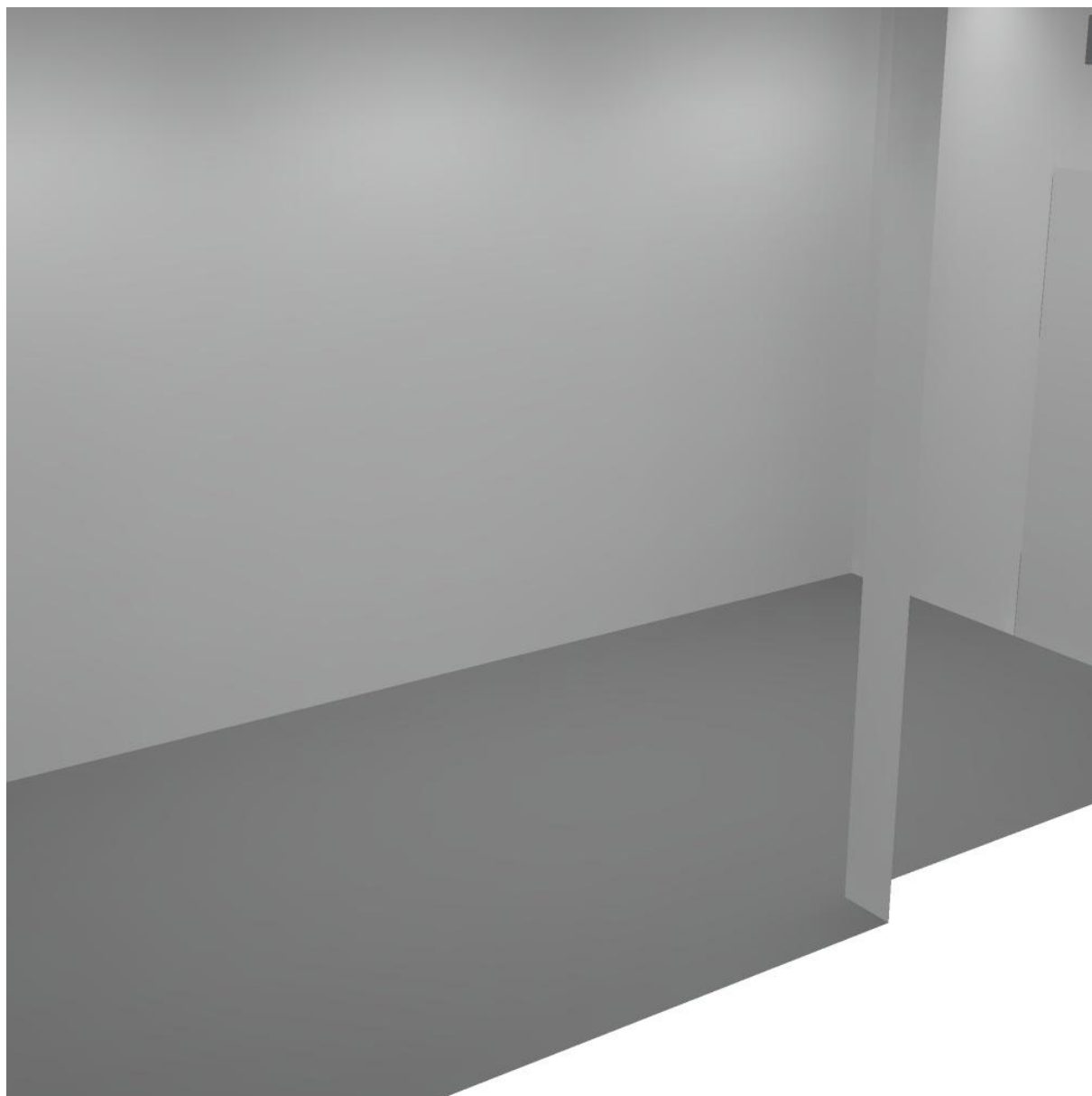
$E_{\min} / E_m$ : 0.583 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.465 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $12.01 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.49 \text{ m}^2$ )

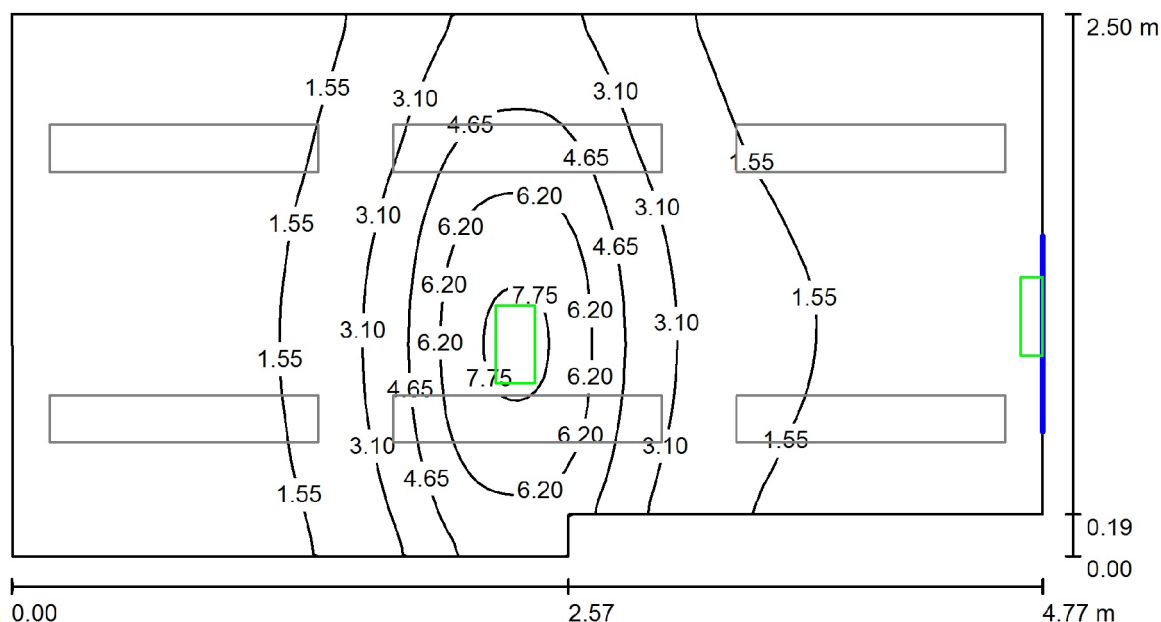
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## **Sala de Mantenimiento / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Alumbrado de Emergencia y señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	2.28	0.35	8.08	0.153
Suelo	30	1.59	0.36	3.97	0.225
Techo	75	0.48	0.00	7.45	0.000
Paredes (7)	50	1.18	0.00	16	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			111	314	4.1

Valor de eficiencia energética:  $0.36 \text{ W/m}^2 = 15.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.49 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Alumbrado de Emergencia y señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111 lm  
Potencia total: 4.1 W  
Factor mantenimiento: 0.67  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.28	0.00	2.28	/	/
Suelo	1.59	0.00	1.59	30	0.15
Techo	0.48	0.00	0.48	75	0.11
Pared 1	0.67	0.00	0.67	50	0.11
Pared 2	1.78	0.00	1.78	50	0.28
Pared 3	1.17	0.00	1.17	50	0.19
Pared 4	1.37	0.00	1.37	50	0.22
Pared 5	0.61	0.00	0.61	50	0.10
Pared 6	0.78	0.00	0.78	50	0.12
Pared 7	1.23	0.00	1.23	50	0.20

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.153 (1:7)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.043 (1:23)

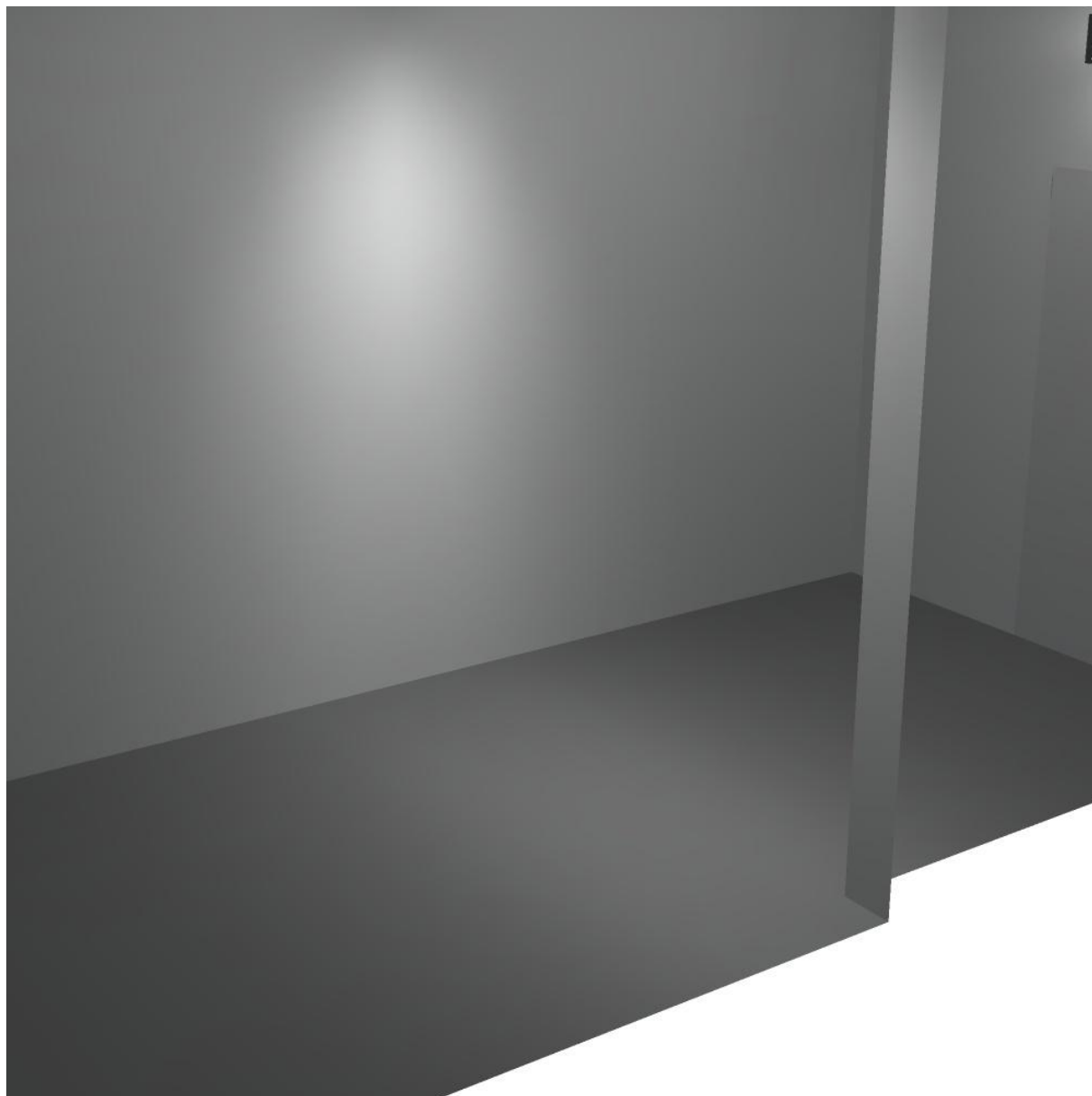
Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.36 \text{ W/m}^2 = 15.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.49 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Mantenimiento / Alumbrado de Emergencia y señalización / Rendering (procesado) en 3D



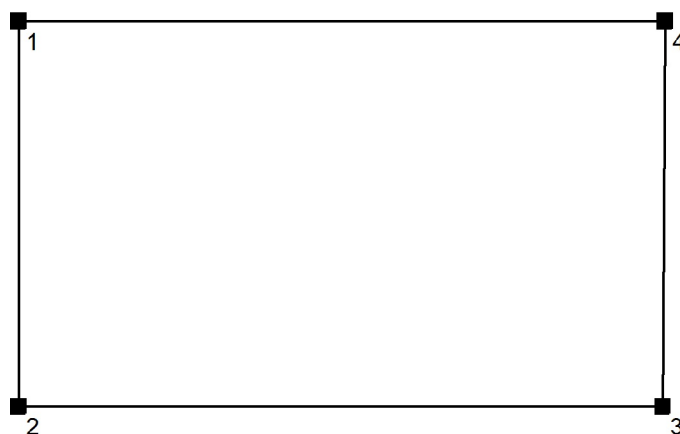
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Administración / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
 Base: 15.07 m²

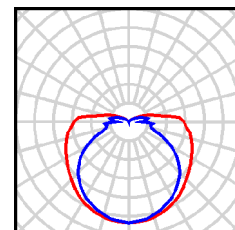


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	15	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 16.255   8.137 )	( 16.255   5.147 )	2.990
Pared 2	50	( 16.255   5.147 )	( 21.287   5.147 )	5.032
Pared 3	50	( 21.287   5.147 )	( 21.305   8.137 )	2.990
Pared 4	50	( 21.305   8.137 )	( 16.255   8.137 )	5.050

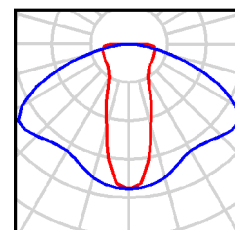
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Lista de luminarias

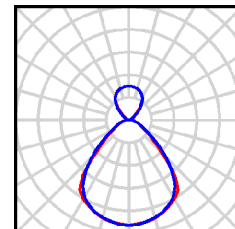
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



4 Pieza PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 160.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 78  
Código CIE Flux: 64 89 97 78 100  
Lámpara: 1 x LXML/WW/- (Factor de corrección 1.000).



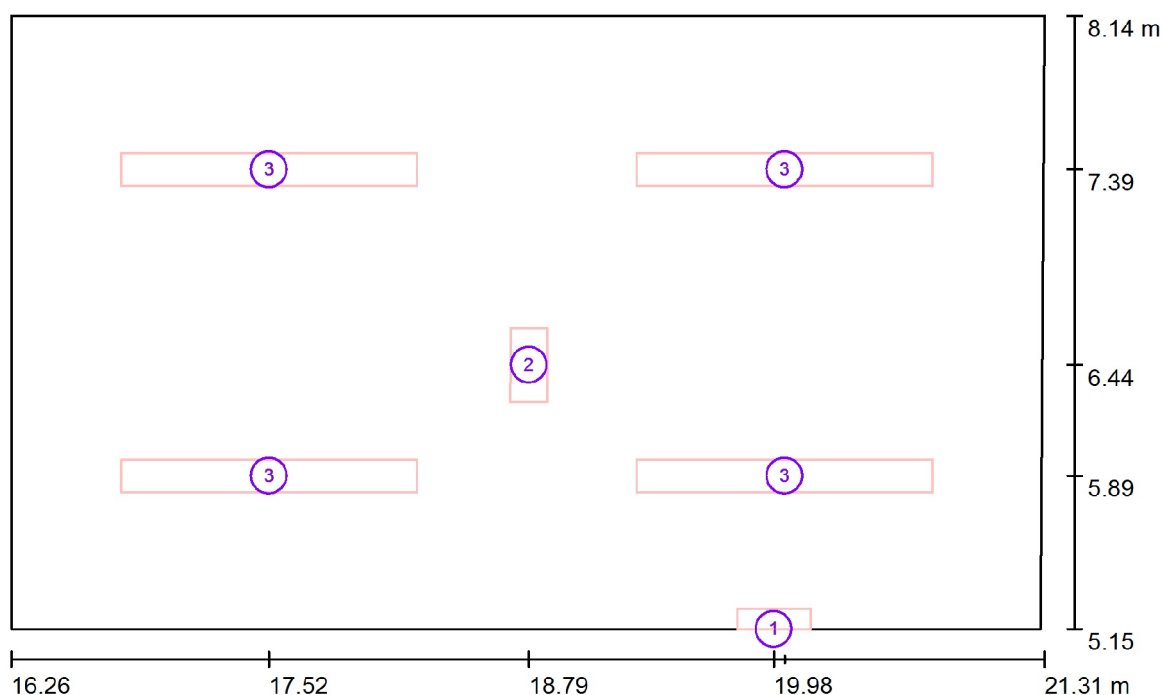
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Administración / Planta**

Escala 1 : 37

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Luminarias (ubicación)



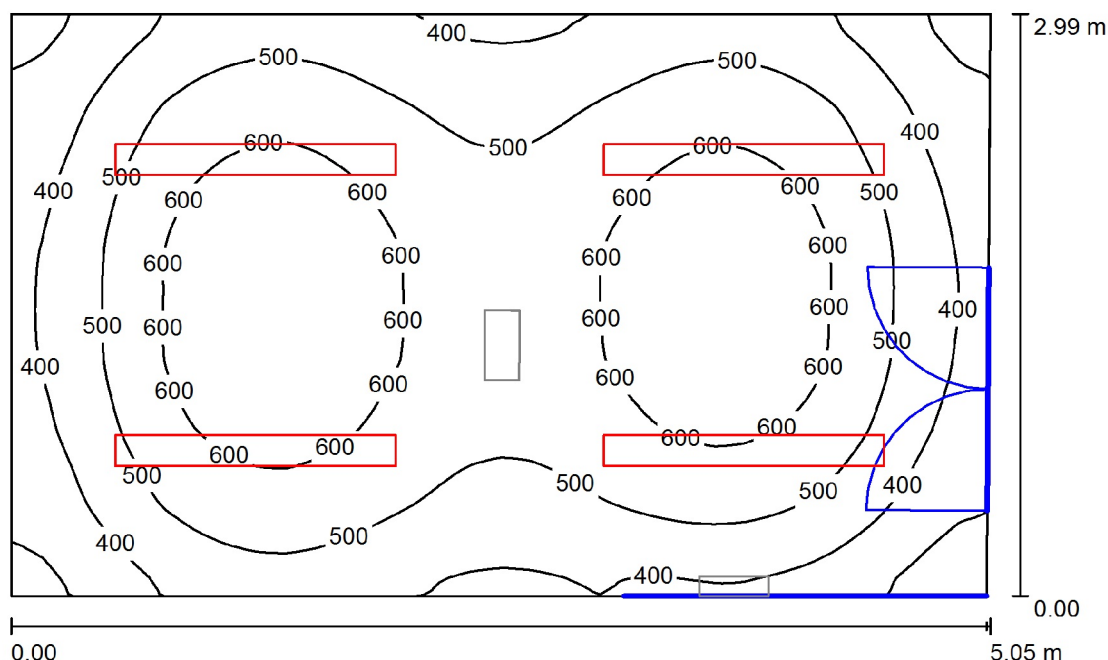
Escala 1 : 37

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	4	PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	508	223	682	0.439
Suelo	15	398	216	500	0.544
Techo	70	232	72	550	0.309
Paredes (4)	50	192	76	374	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO (1.000)	3600	3600	160.0
Total:			14400	14400	640.0

Valor de eficiencia energética:  $42.46 \text{ W/m}^2 = 8.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.07 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14400 lm  
Potencia total: 640.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	391	117	508	/	/
Suelo	289	109	398	15	19
Techo	156	77	232	70	52
Pared 1	91	102	193	50	31
Pared 2	92	105	196	50	31
Pared 3	75	93	168	50	27
Pared 4	104	98	202	50	32

Simetrías en el plano útil

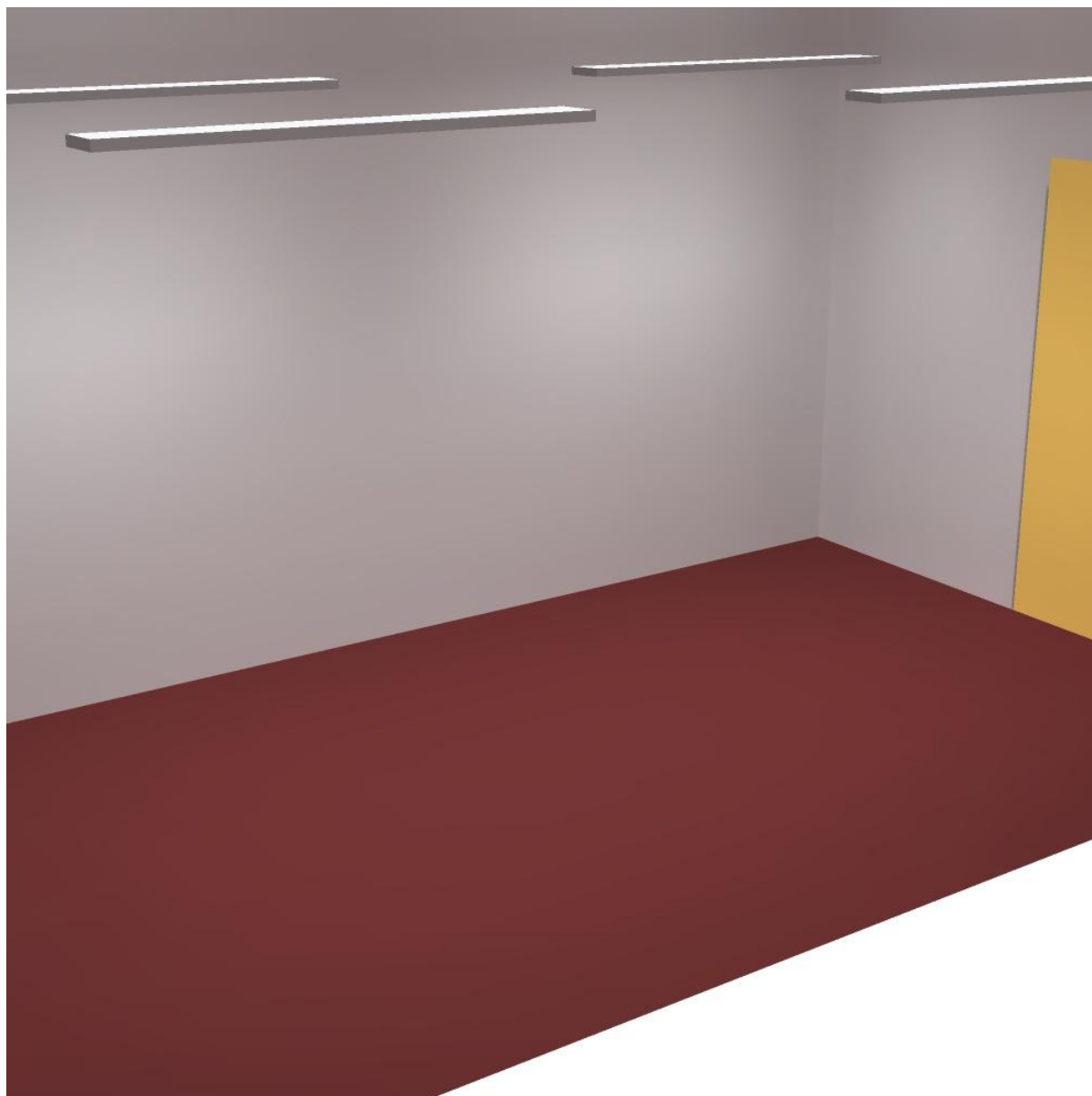
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.439 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.327 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $42.46 \text{ W/m}^2 = 8.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.07 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

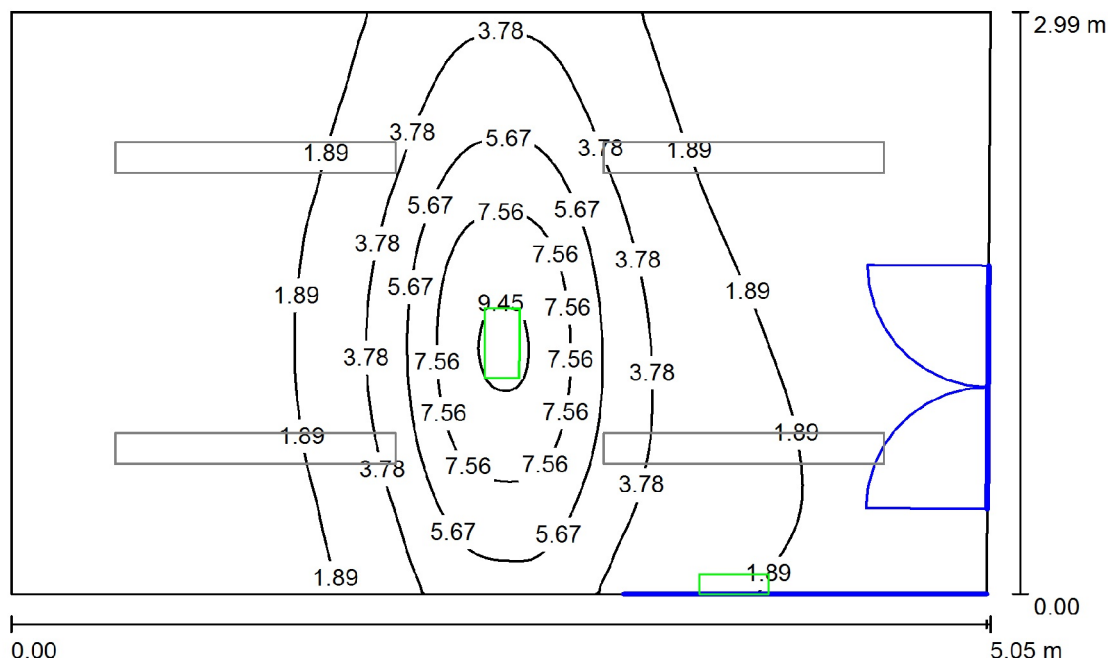
## Administración / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	2.48	0.33	9.77	0.132
Suelo	15	1.77	0.35	4.80	0.195
Techo	70	0.41	0.00	4.02	0.000
Paredes (4)	50	1.17	0.00	11	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			111	314	4.1

Valor de eficiencia energética:  $0.27 \text{ W/m}^2 = 10.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.07 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111 lm  
Potencia total: 4.1 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.48	0.00	2.48	/	/
Suelo	1.77	0.00	1.77	15	0.08
Techo	0.41	0.00	0.41	70	0.09
Pared 1	0.63	0.00	0.63	50	0.10
Pared 2	1.48	0.00	1.48	50	0.23
Pared 3	0.89	0.00	0.89	50	0.14
Pared 4	1.35	0.00	1.35	50	0.22

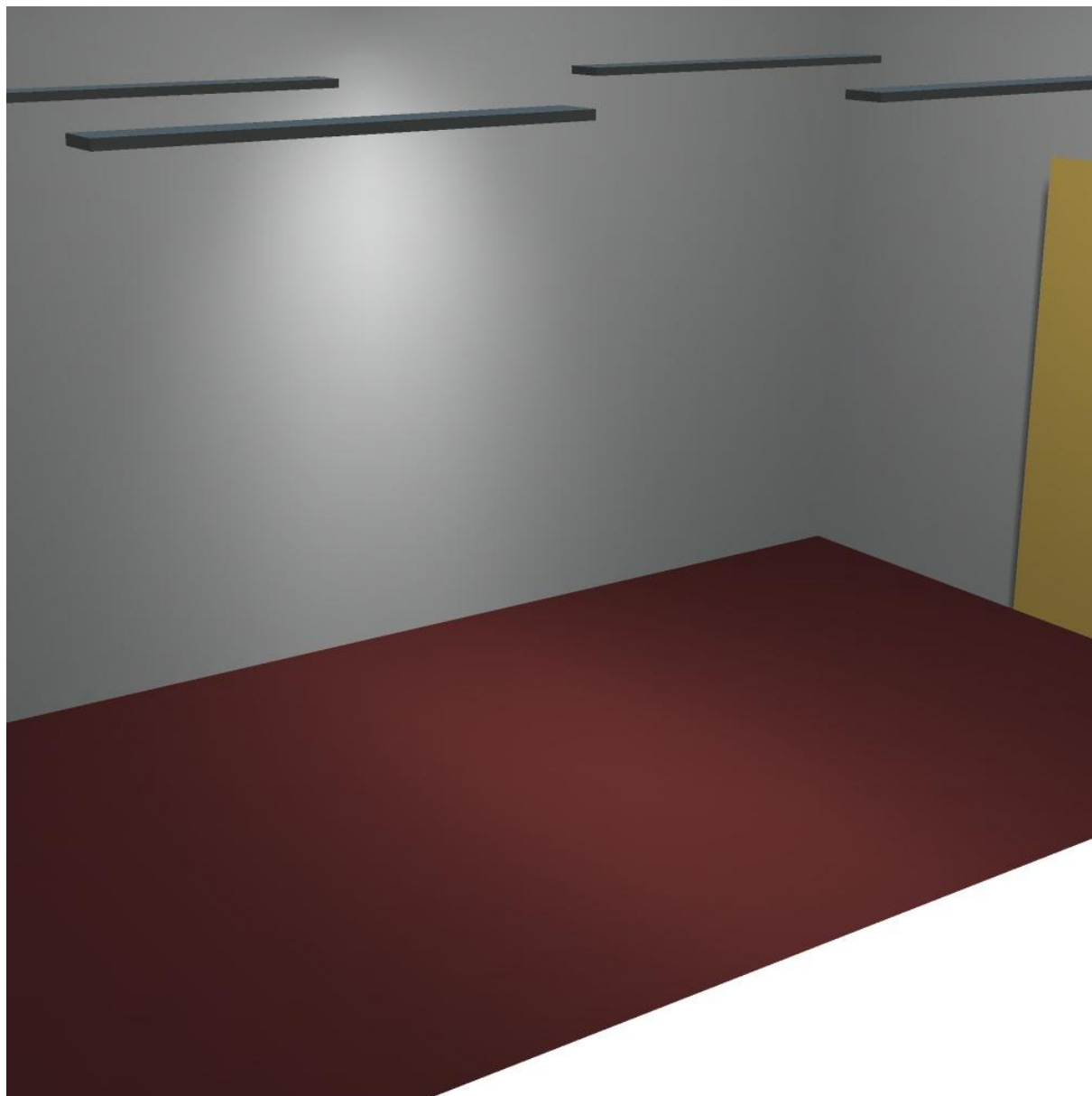
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.132 (1:8)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.033 (1:30)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.27 \text{ W/m}^2 = 10.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.07 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



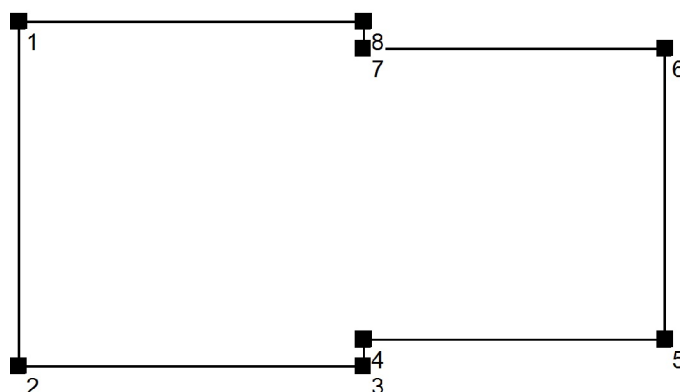
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
Base: 10.89 m<sup>2</sup>

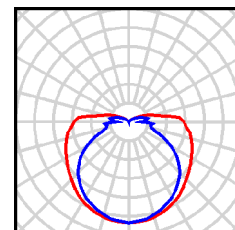


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.300   15.235 )	( 0.297   12.735 )	2.500
Pared 2	50	( 0.297   12.735 )	( 2.807   12.735 )	2.510
Pared 3	50	( 2.807   12.735 )	( 2.807   12.928 )	0.193
Pared 4	50	( 2.807   12.928 )	( 4.998   12.928 )	2.191
Pared 5	50	( 4.998   12.928 )	( 4.998   15.037 )	2.110
Pared 6	50	( 4.998   15.037 )	( 2.807   15.037 )	2.191
Pared 7	50	( 2.807   15.037 )	( 2.807   15.235 )	0.197
Pared 8	50	( 2.807   15.235 )	( 0.300   15.235 )	2.507

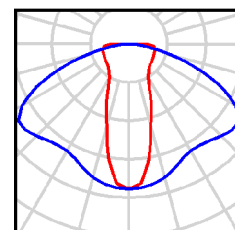
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Lista de luminarias

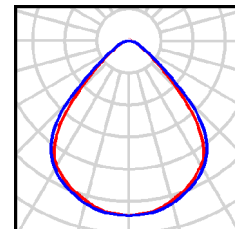
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



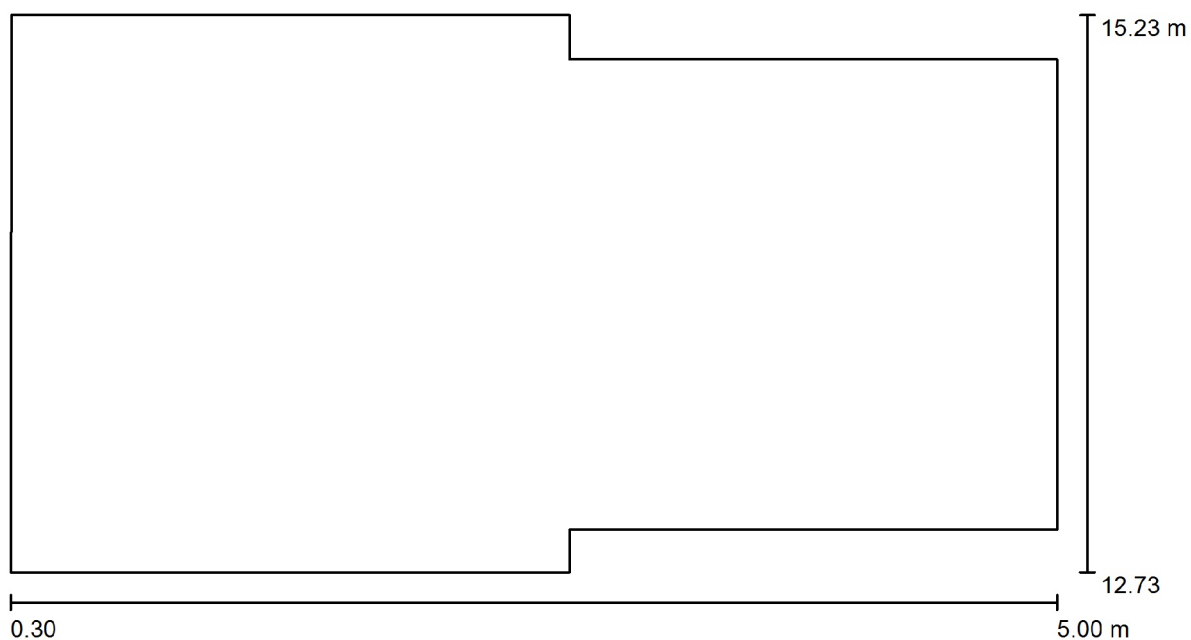
1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



6 Pieza PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm  
Potencia de las luminarias: 23.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



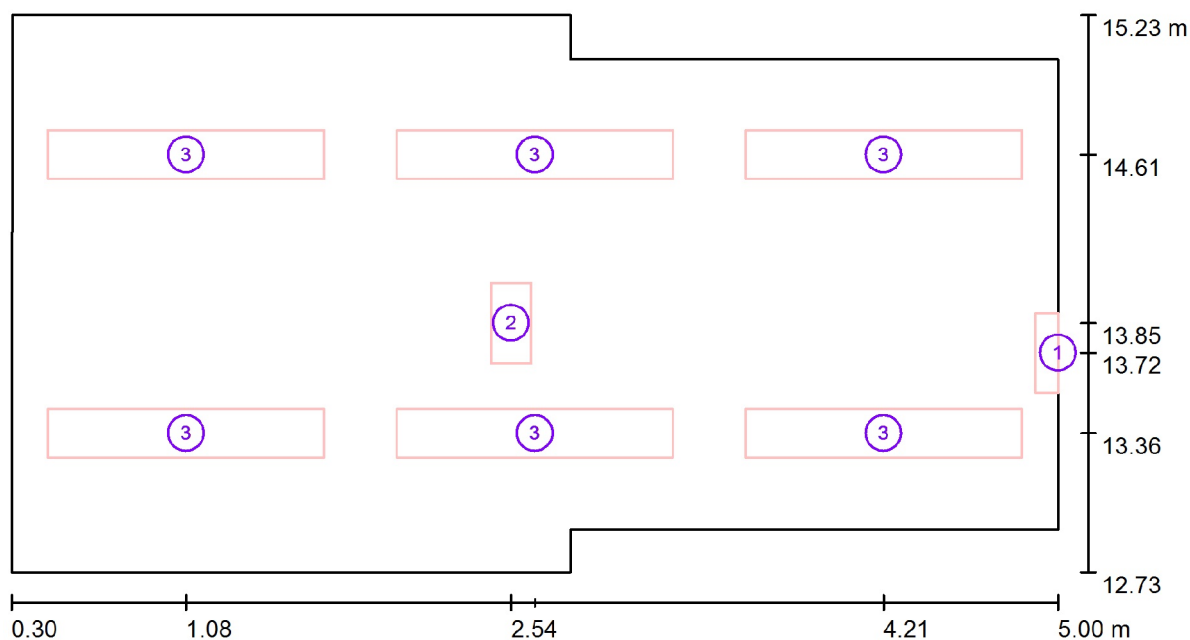
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Cabina 2 / Planta**

Escala 1 : 34

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Luminarias (ubicación)



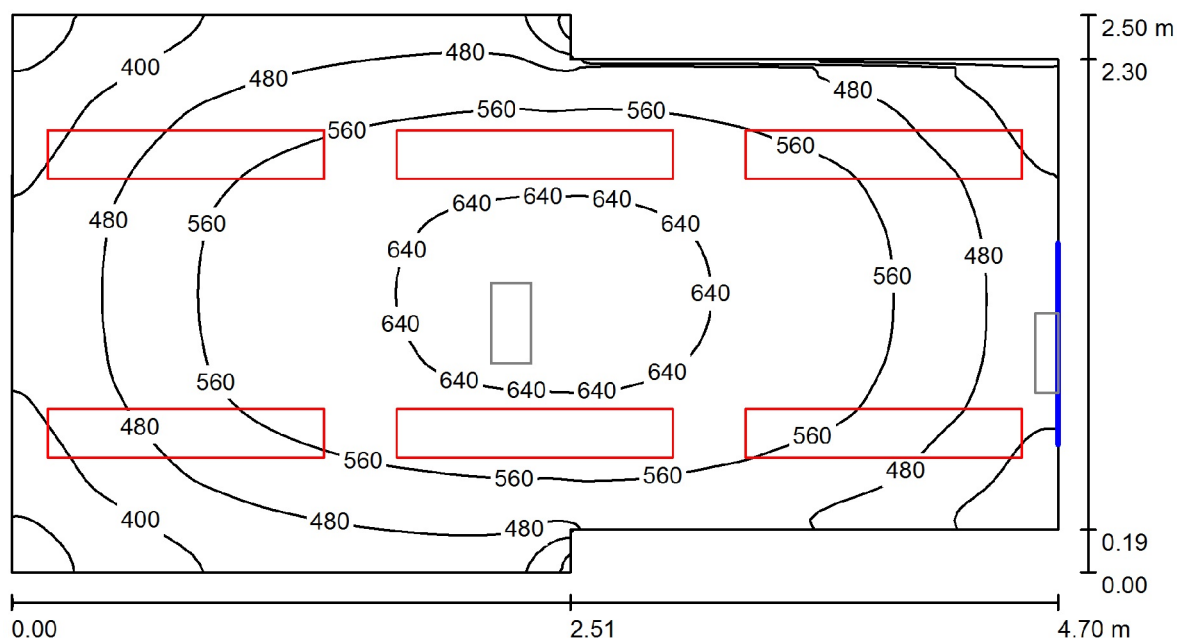
Escala 1 : 34

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	526	287	660	0.546
Suelo	20	407	255	497	0.627
Techo	70	80	47	112	0.592
Paredes (8)	50	219	53	515	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC (1.000)	1850	1850	23.0
Total:			11100	11100	138.0

Valor de eficiencia energética:  $12.67 \text{ W/m}^2 = 2.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11100 lm  
Potencia total: 138.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	426	100	526	/	/
Suelo	310	97	407	20	26
Techo	0.00	80	80	70	18
Pared 1	122	88	210	50	33
Pared 2	120	90	209	50	33
Pared 3	65	93	158	50	25
Pared 4	143	98	241	50	38
Pared 5	125	94	219	50	35
Pared 6	144	99	242	50	39
Pared 7	65	93	158	50	25
Pared 8	120	89	209	50	33

Simetrías en el plano útil

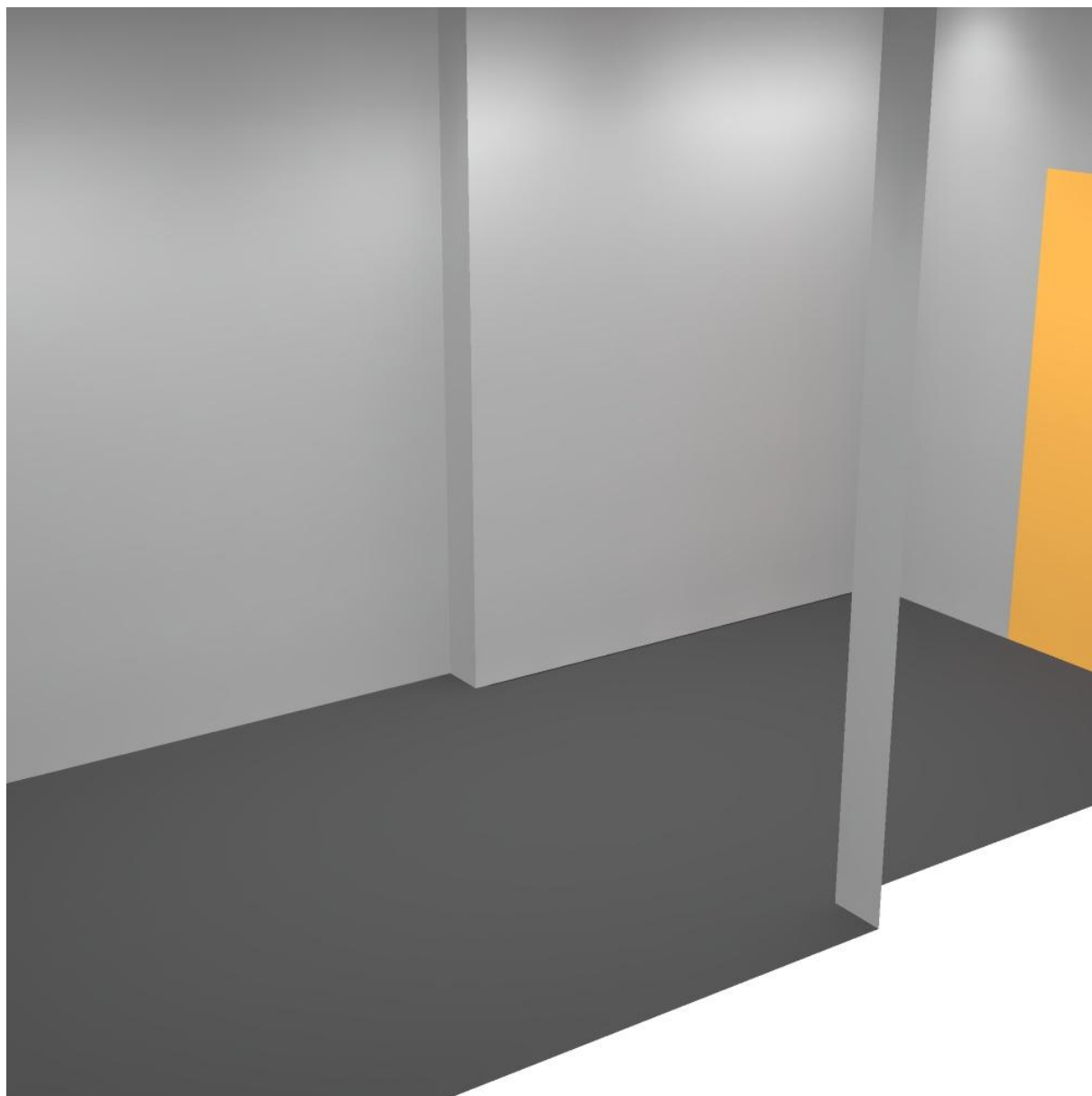
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.546 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.435 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $12.67 \text{ W/m}^2 = 2.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )

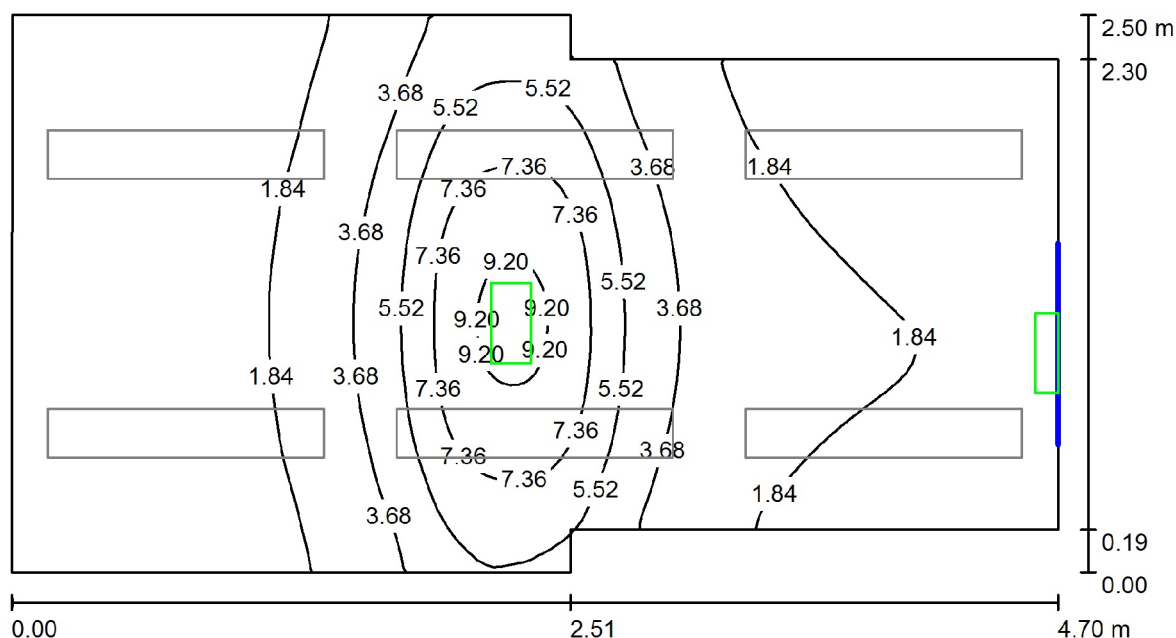
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### **Cabina 2 / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Alumbrado de Emergenci y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	2.87	0.46	9.66	0.159
Suelo	20	1.98	0.47	4.76	0.235
Techo	70	0.50	0.00	4.03	0.000
Paredes (8)	50	1.44	0.00	15	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			111	314	4.1

Valor de eficiencia energética:  $0.38 \text{ W/m}^2 = 13.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Alumbrado de Emergenci y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111 lm  
Potencia total: 4.1 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.87	0.00	2.87	/	/
Suelo	1.98	0.00	1.98	20	0.13
Techo	0.50	0.00	0.50	70	0.11
Pared 1	0.84	0.00	0.84	50	0.13
Pared 2	2.02	0.00	2.02	50	0.32
Pared 3	1.14	0.00	1.14	50	0.18
Pared 4	1.71	0.00	1.71	50	0.27
Pared 5	0.91	0.00	0.91	50	0.15
Pared 6	1.43	0.00	1.43	50	0.23
Pared 7	0.77	0.00	0.77	50	0.12
Pared 8	1.77	0.00	1.77	50	0.28

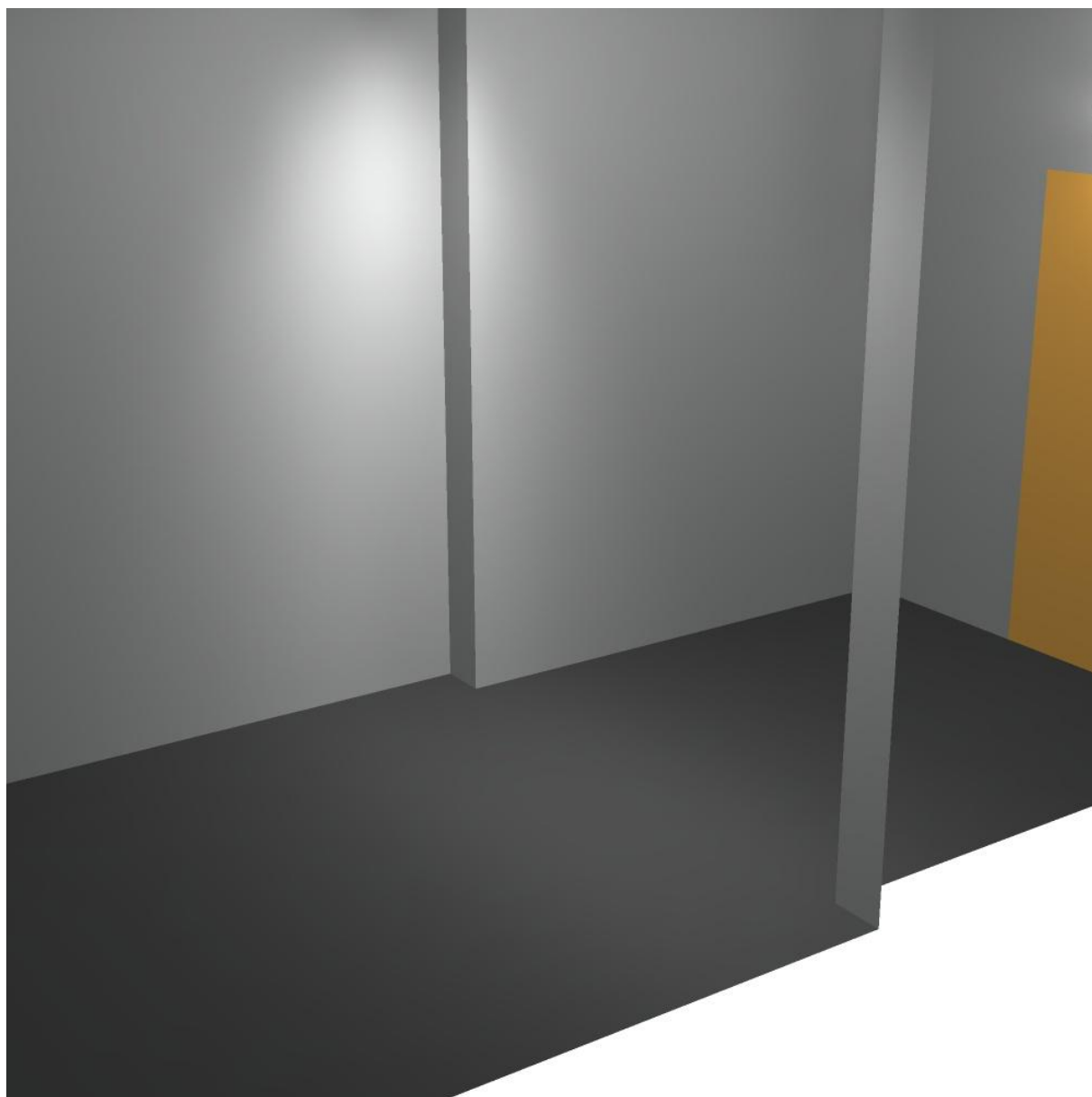
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.159 (1:6)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.047 (1:21)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.38 \text{ W/m}^2 = 13.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 2 / Alumbrado de Emergenci y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



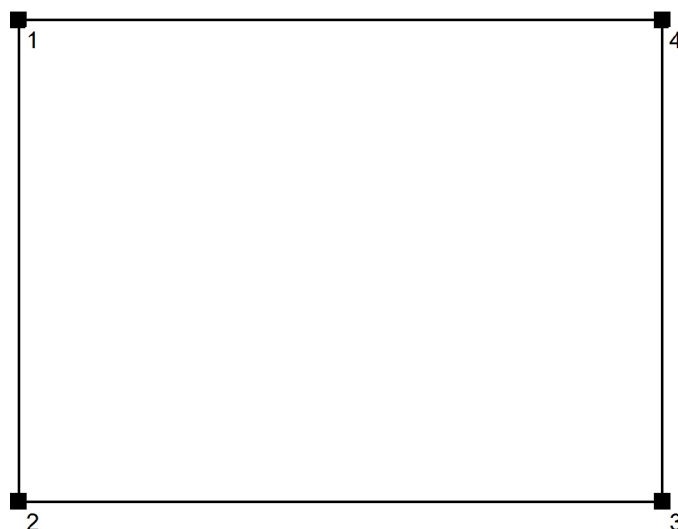
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Sala de descanso / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
 Base: 11.96 m²

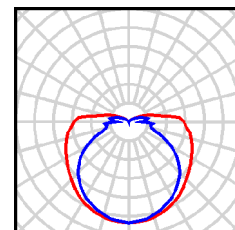


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 22.605   8.137 )	( 22.605   5.147 )	2.990
Pared 2	50	( 22.605   5.147 )	( 26.605   5.147 )	4.000
Pared 3	50	( 26.605   5.147 )	( 26.605   8.137 )	2.990
Pared 4	50	( 26.605   8.137 )	( 22.605   8.137 )	4.000

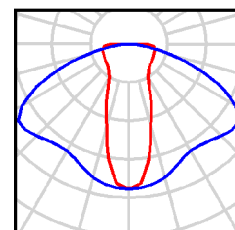
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Lista de luminarias

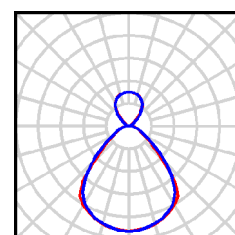
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



4 Pieza PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 160.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 78  
Código CIE Flux: 64 89 97 78 100  
Lámpara: 1 x LXML/WW/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

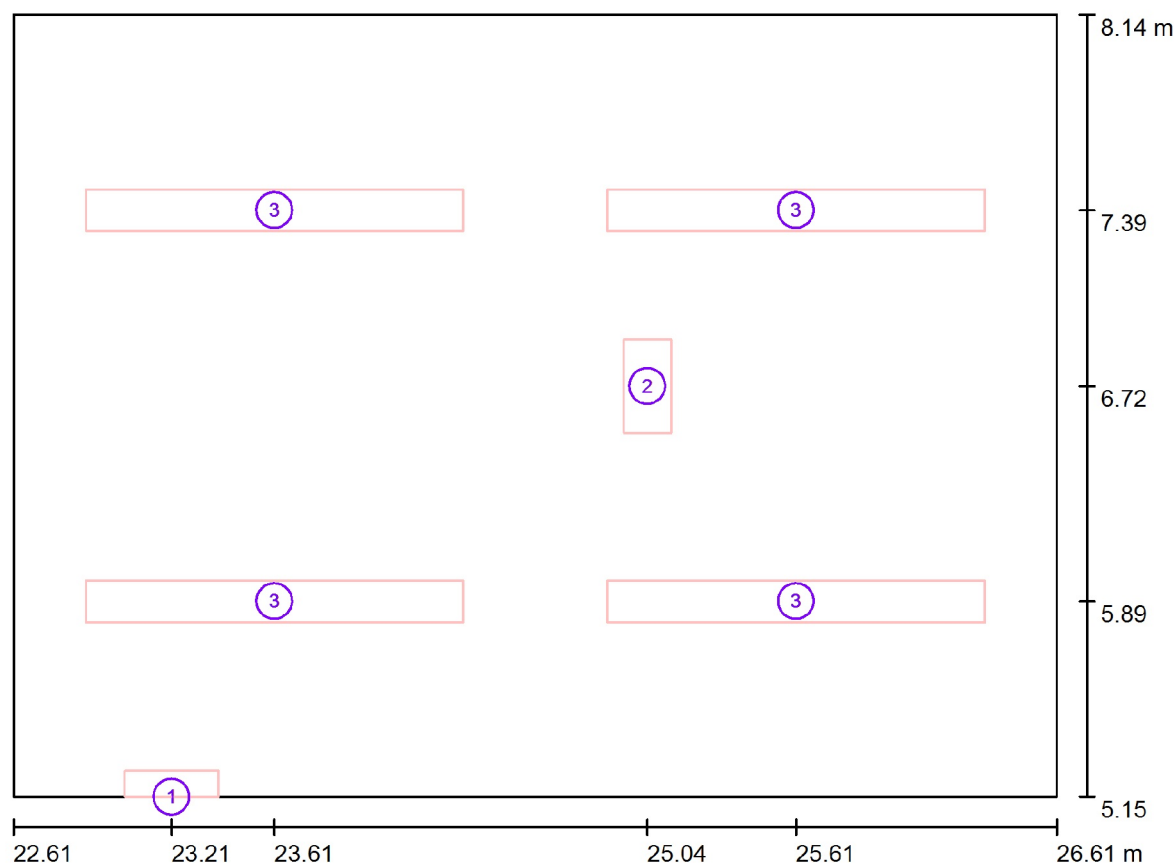
**Sala de descanso / Planta**

Escala 1 : 29



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Luminarias (ubicación)



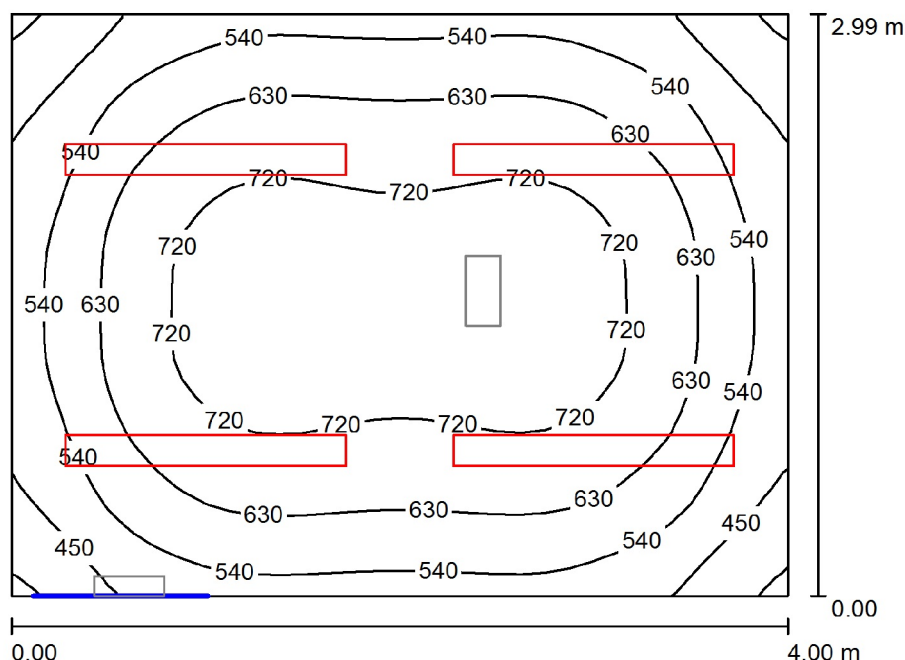
Escala 1 : 29

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	4	PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	620	347	770	0.560
Suelo	20	481	304	606	0.632
Techo	70	298	108	582	0.361
Paredes (4)	50	259	114	468	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO (1.000)	3600	3600	160.0
Total:			14400	14400	640.0

Valor de eficiencia energética:  $53.51 \text{ W/m}^2 = 8.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.96 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14400 lm  
Potencia total: 640.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	462	158	620	/	/
Suelo	334	147	481	20	31
Techo	192	107	298	70	66
Pared 1	126	136	262	50	42
Pared 2	118	137	255	50	41
Pared 3	126	134	260	50	41
Pared 4	123	137	260	50	41

Simetrías en el plano útil

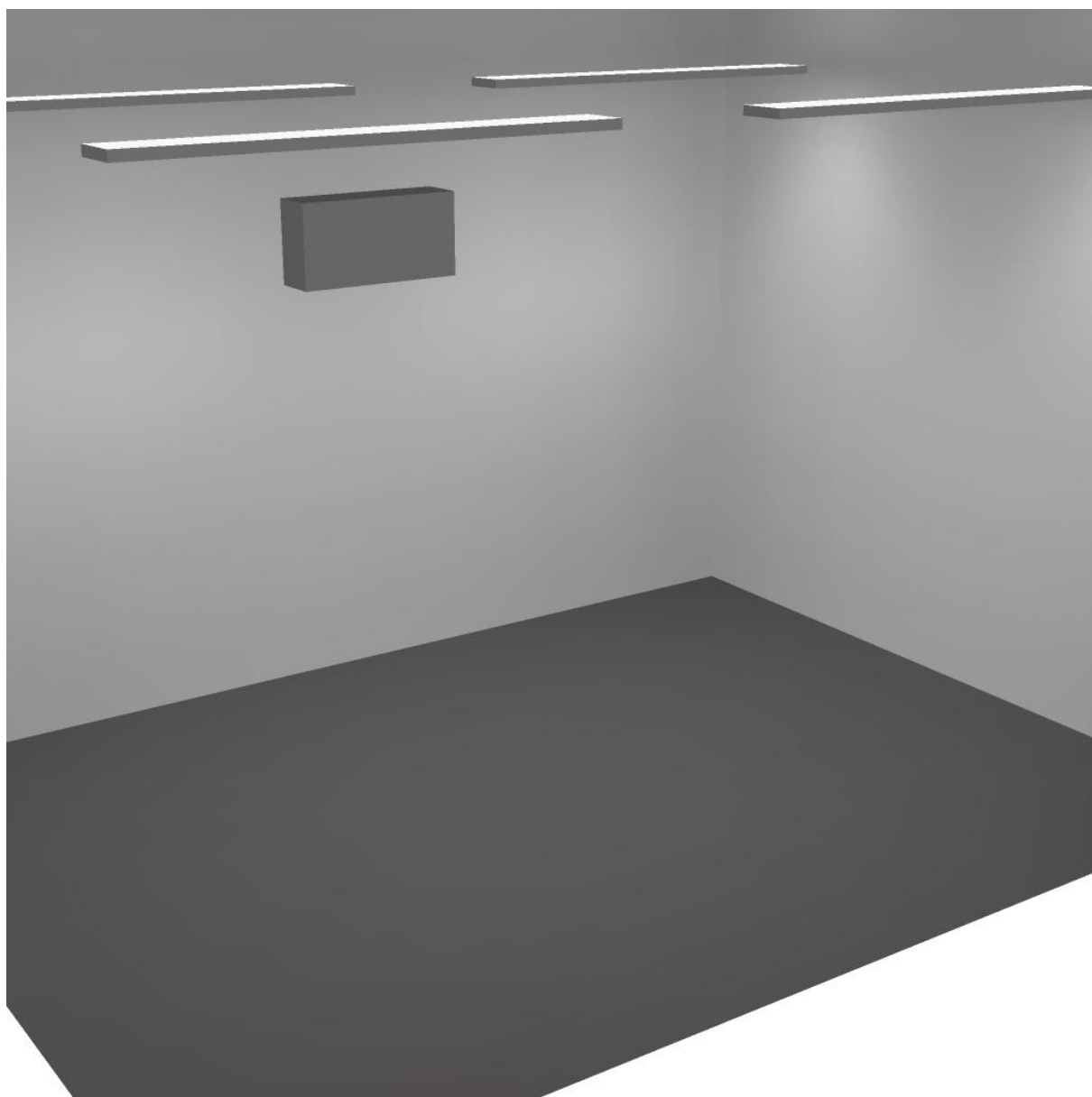
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.560 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.451 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $53.51 \text{ W/m}^2 = 8.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.96 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111 lm  
Potencia total: 4.1 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.93	0.00	2.93	/	/
Suelo	2.06	0.00	2.06	20	0.13
Techo	0.44	0.00	0.44	70	0.10
Pared 1	1.17	0.00	1.17	50	0.19
Pared 2	1.66	0.00	1.66	50	0.26
Pared 3	1.06	0.00	1.06	50	0.17
Pared 4	1.75	0.00	1.75	50	0.28

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.173 (1:6)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.053 (1:19)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.34 \text{ W/m}^2 = 11.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.96 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de descanso / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Protocolo de entrada

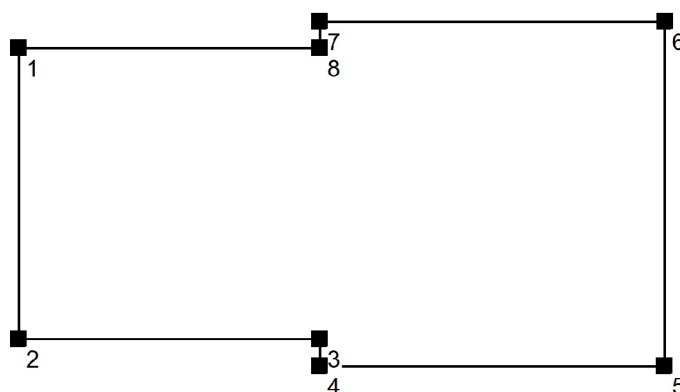
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m

Base: 10.89 m²



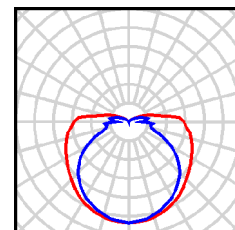
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 31.975   15.298 )	( 31.975   13.189 )	2.110
Pared 2	50	( 31.975   13.189 )	( 34.165   13.189 )	2.191
Pared 3	50	( 34.165   13.189 )	( 34.165   12.991 )	0.197
Pared 4	50	( 34.165   12.991 )	( 36.673   12.991 )	2.508
Pared 5	50	( 36.673   12.991 )	( 36.676   15.491 )	2.500
Pared 6	50	( 36.676   15.491 )	( 34.165   15.491 )	2.510
Pared 7	50	( 34.165   15.491 )	( 34.165   15.298 )	0.193
Pared 8	50	( 34.165   15.298 )	( 31.975   15.298 )	2.191



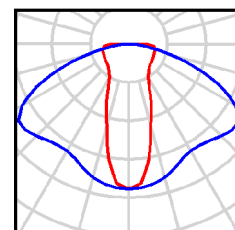
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Lista de luminarias

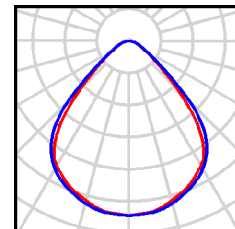
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



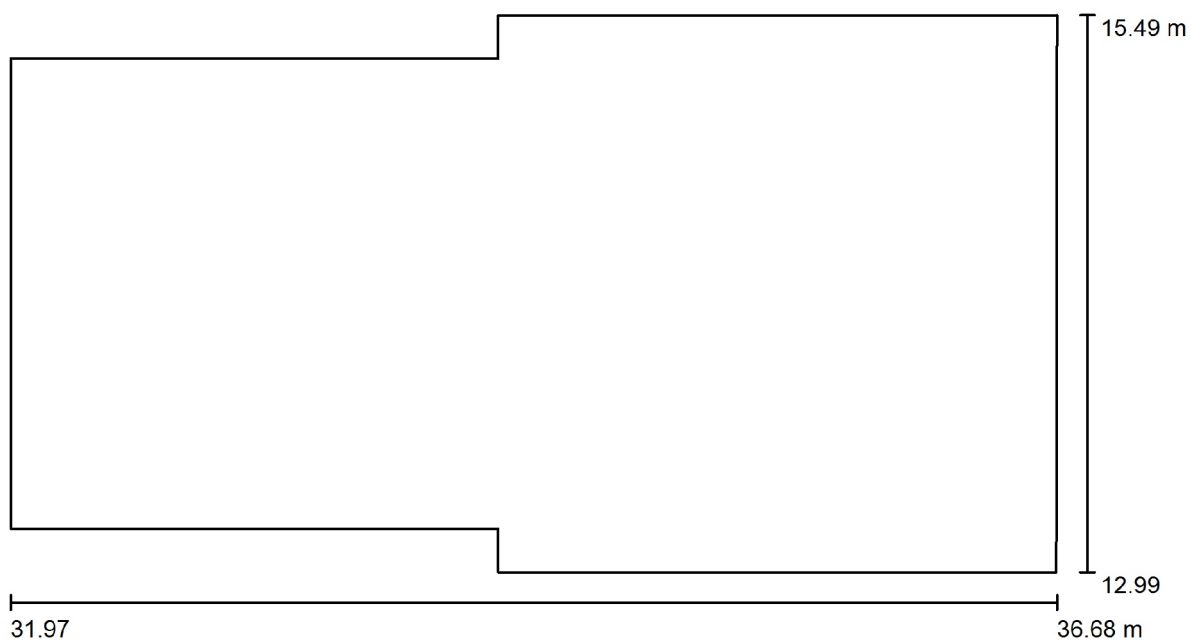
1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



6 Pieza PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm  
Potencia de las luminarias: 23.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



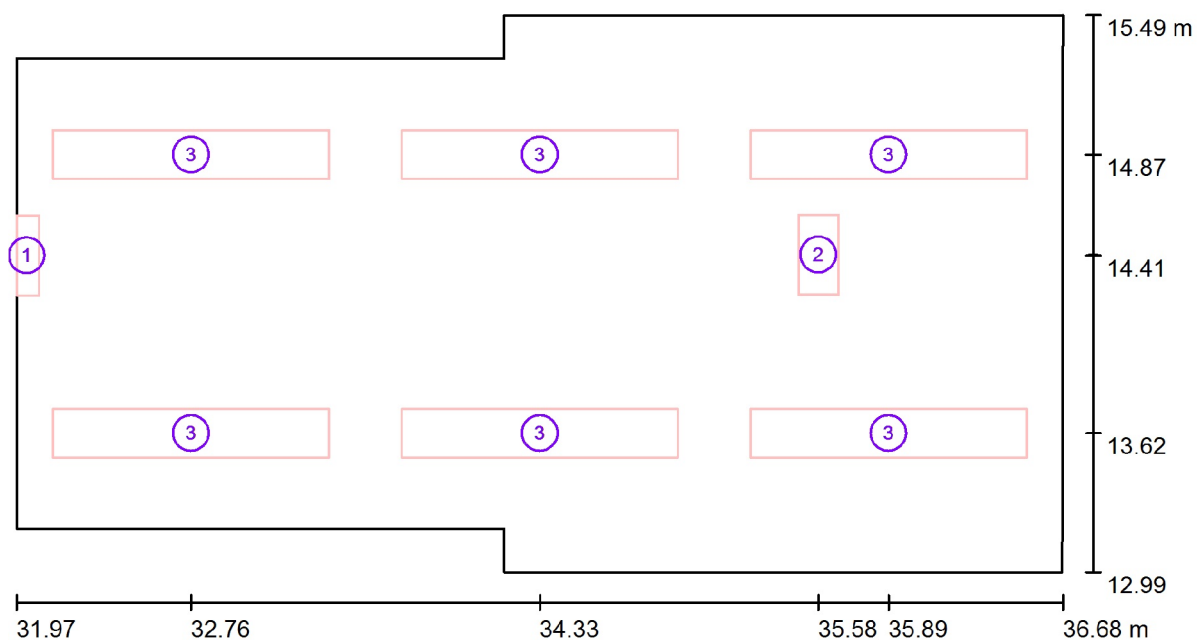
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Cabina 1 / Planta**

Escala 1 : 34

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Luminarias (ubicación)



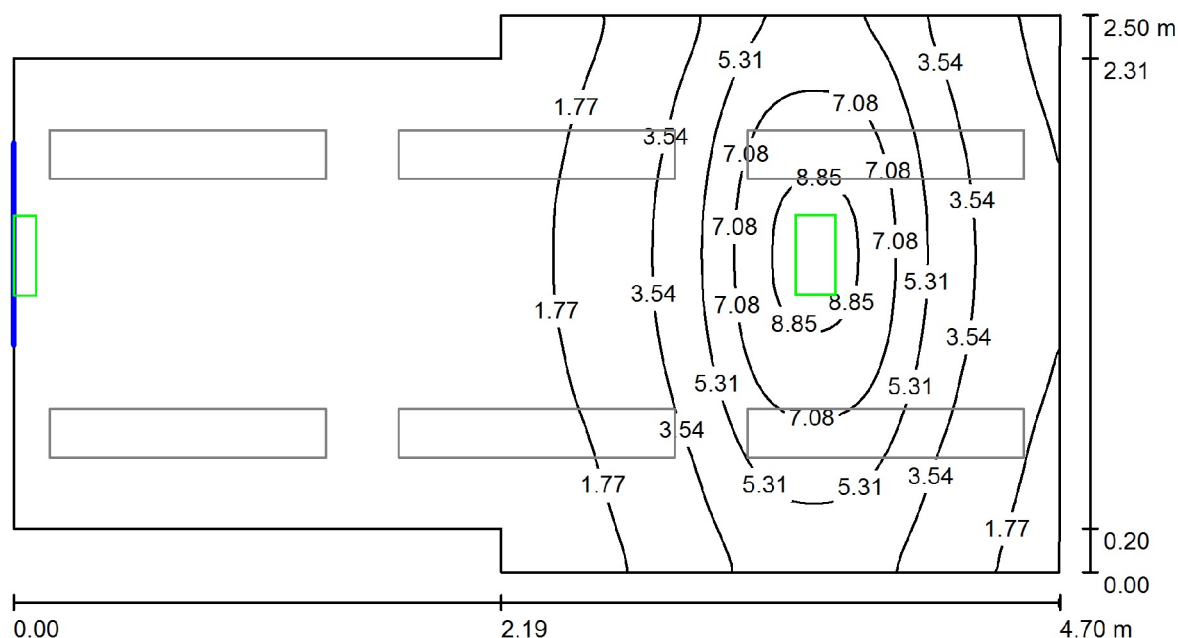
Escala 1 : 34

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	2.80	0.65	9.50	0.233
Suelo	20	1.91	0.48	4.66	0.252
Techo	70	0.51	0.00	4.03	0.000
Paredes (8)	50	1.46	0.00	16	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			111	314	4.1

Valor de eficiencia energética:  $0.38 \text{ W/m}^2 = 13.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111 lm  
Potencia total: 4.1 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.80	0.00	2.80	/	/
Suelo	1.91	0.00	1.91	20	0.12
Techo	0.51	0.00	0.51	70	0.11
Pared 1	0.64	0.00	0.64	50	0.10
Pared 2	0.70	0.00	0.70	50	0.11
Pared 3	0.69	0.00	0.69	50	0.11
Pared 4	2.16	0.00	2.16	50	0.34
Pared 5	1.62	0.00	1.62	50	0.26
Pared 6	2.61	0.00	2.61	50	0.41
Pared 7	0.92	0.00	0.92	50	0.15
Pared 8	0.82	0.00	0.82	50	0.13

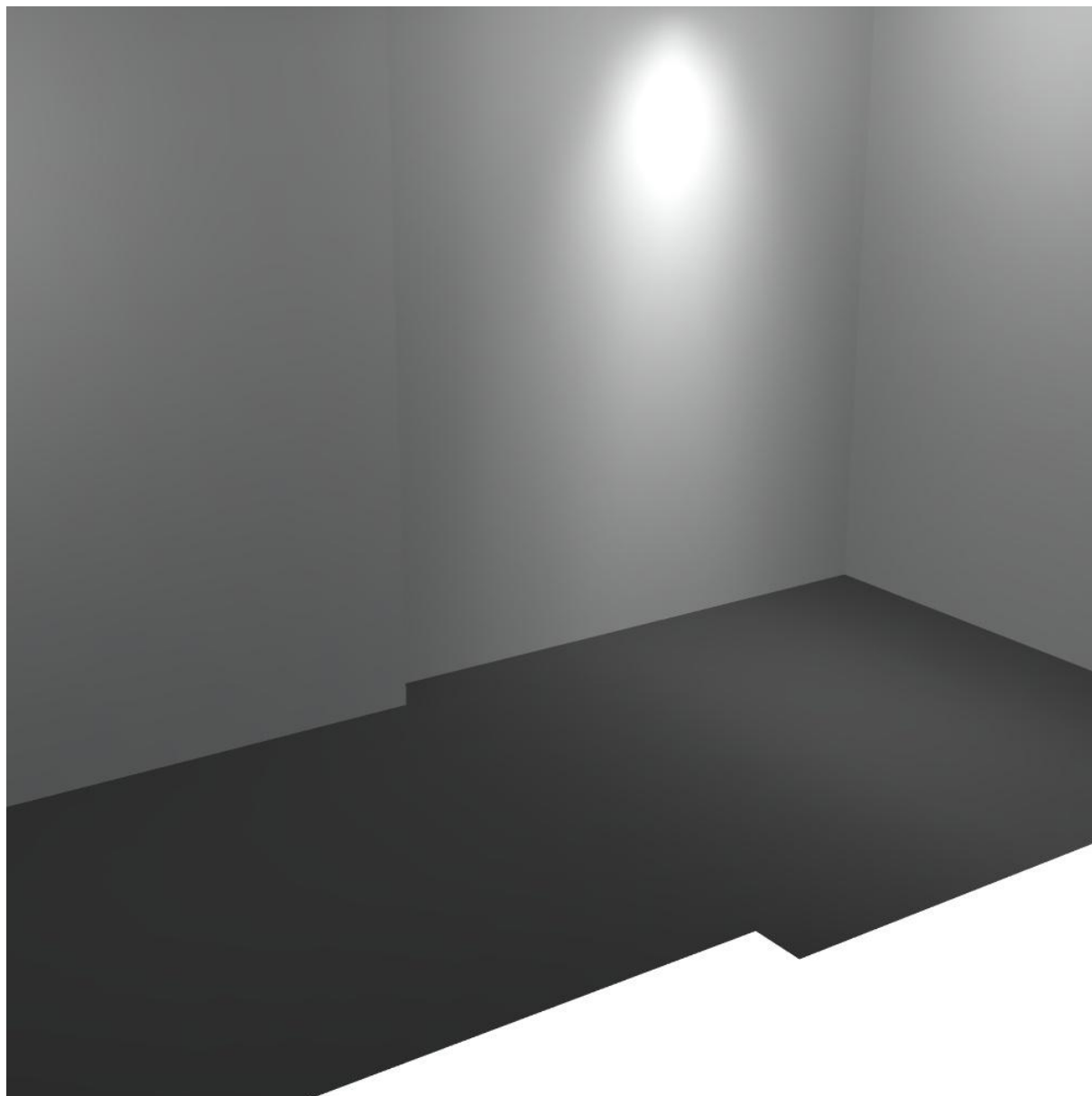
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.233 (1:4)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.069 (1:15)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.38 \text{ W/m}^2 = 13.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )

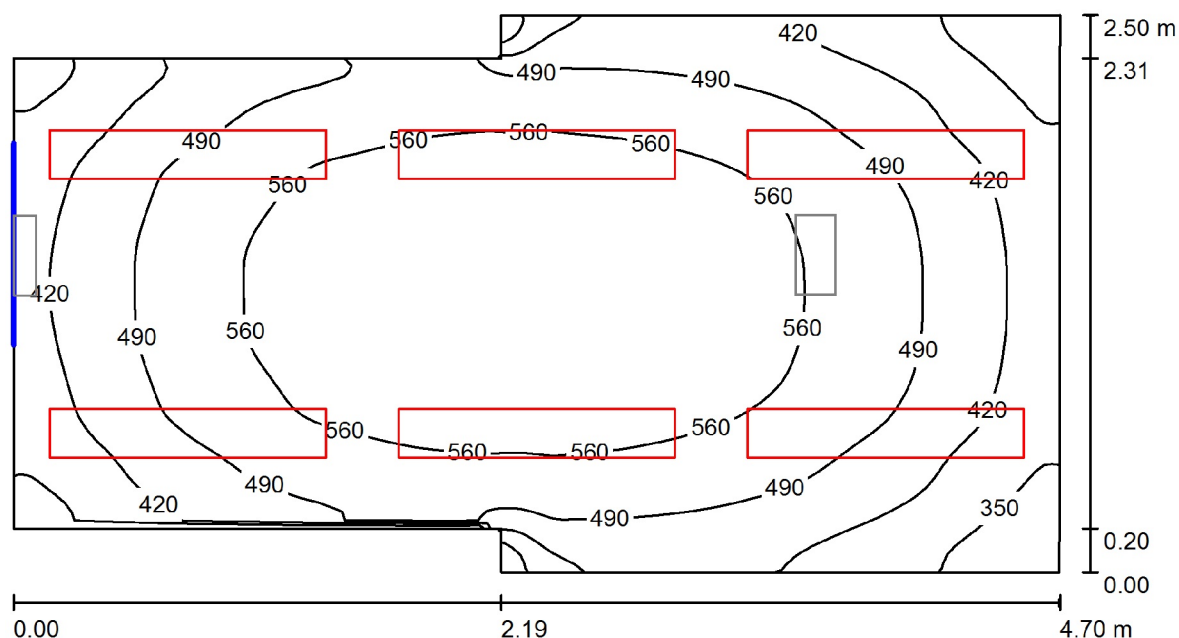
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	500	286	628	0.573
Suelo	20	387	250	468	0.647
Techo	70	82	43	124	0.518
Paredes (8)	50	229	66	513	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC (1.000)	1850	1850	23.0
Total:			11100	11100	138.0

Valor de eficiencia energética:  $12.67 \text{ W/m}^2 = 2.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Cabina 1 / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11100 lm  
Potencia total: 138.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	396	104	500	/	/
Suelo	287	99	387	20	25
Techo	0.00	82	82	70	18
Pared 1	137	99	236	50	38
Pared 2	149	101	250	50	40
Pared 3	68	97	165	50	26
Pared 4	125	93	219	50	35
Pared 5	128	92	219	50	35
Pared 6	126	94	219	50	35
Pared 7	68	98	166	50	26
Pared 8	149	101	250	50	40

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.573 (1:2)

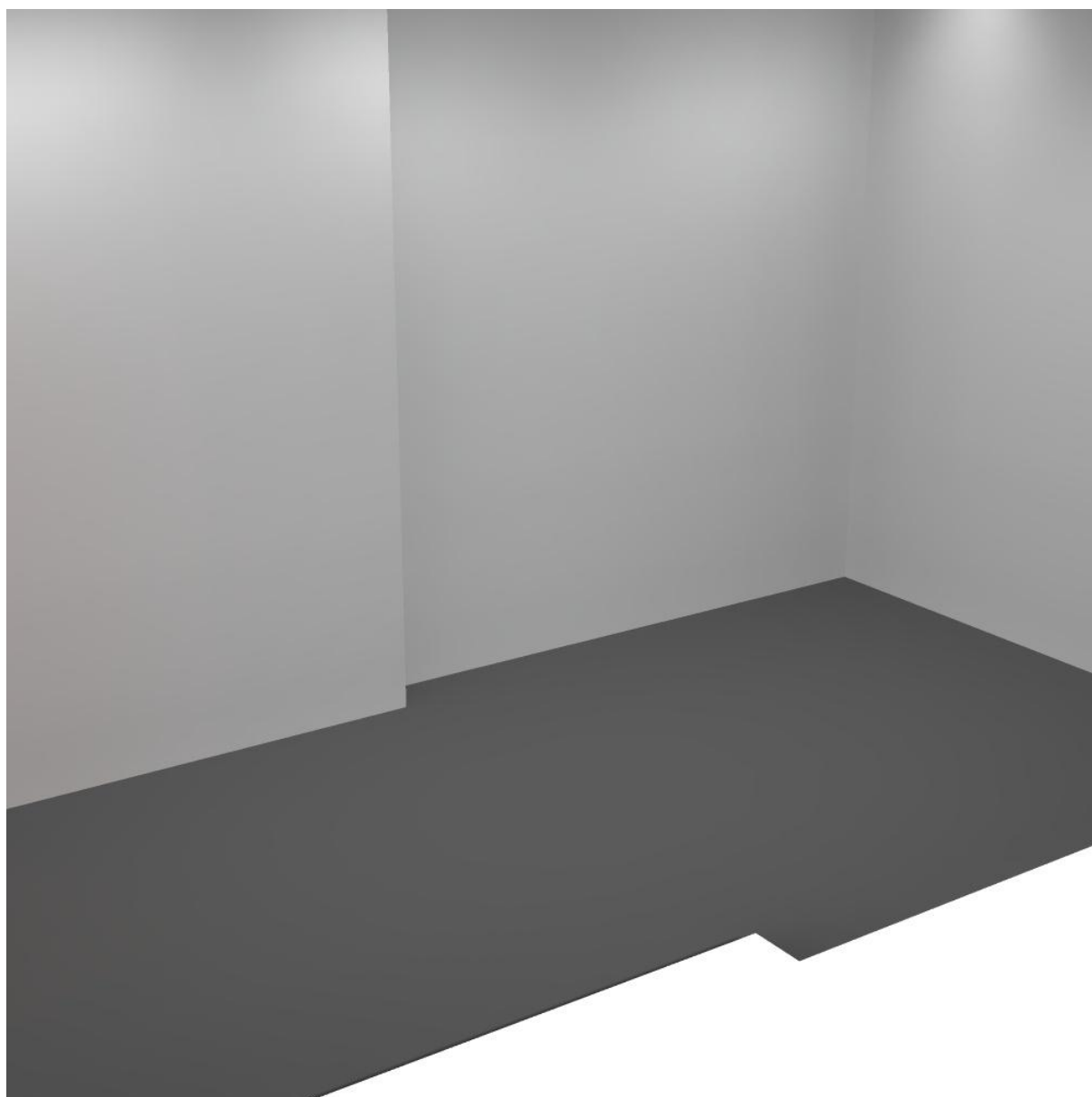
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.456 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $12.67 \text{ W/m}^2 = 2.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.89 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Cabina 1 / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D



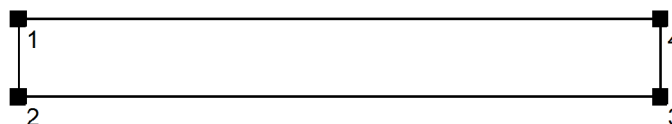
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Pasillo / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
 Base: 22.00 m²

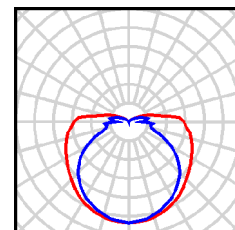


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 16.255   5.057 )	( 16.255   3.447 )	1.610
Pared 2	50	( 16.255   3.447 )	( 29.922   3.447 )	13.667
Pared 3	50	( 29.922   3.447 )	( 29.922   5.057 )	1.610
Pared 4	50	( 29.922   5.057 )	( 16.255   5.057 )	13.666

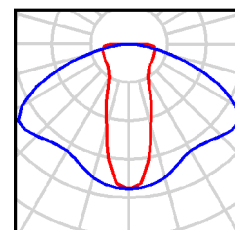
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Lista de luminarias

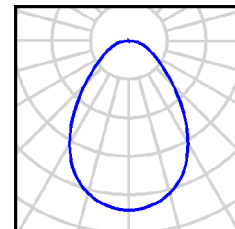
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



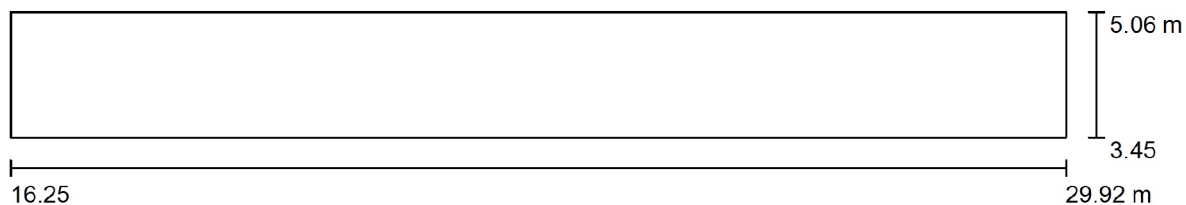
2 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



15 Pieza PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 507 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 634 lm  
Potencia de las luminarias: 10.6 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 63 86 97 100 80  
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Pasillo / Planta**

Escala 1 : 98

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Pasillo / Luminarias (ubicación)



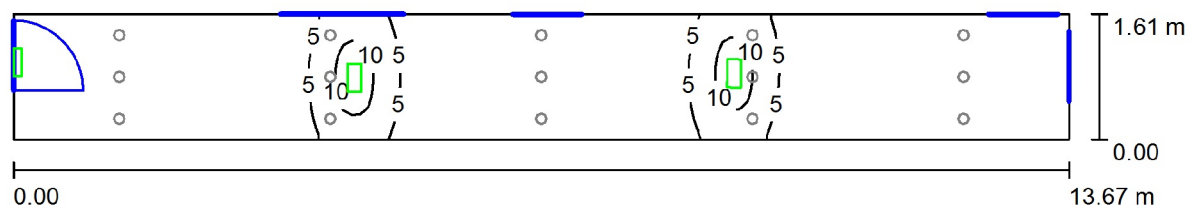
Escala 1 : 98

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	2	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	15	PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:98

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	2.39	0.13	12	0.055
Suelo	20	1.65	0.16	5.45	0.098
Techo	70	0.22	0.00	4.00	0.000
Paredes (4)	50	1.24	0.00	31	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	2	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			198	605	5.5

Valor de eficiencia energética:  $0.25 \text{ W/m}^2 = 10.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## **Pasillo / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 198 lm  
Potencia total: 5.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	2.39	0.00	2.39	/	/
Suelo	1.65	0.00	1.65	20	0.11
Techo	0.22	0.00	0.22	70	0.05
Pared 1	0.66	0.00	0.66	50	0.11
Pared 2	1.37	0.00	1.37	50	0.22
Pared 3	0.32	0.00	0.32	50	0.05
Pared 4	1.28	0.00	1.28	50	0.20

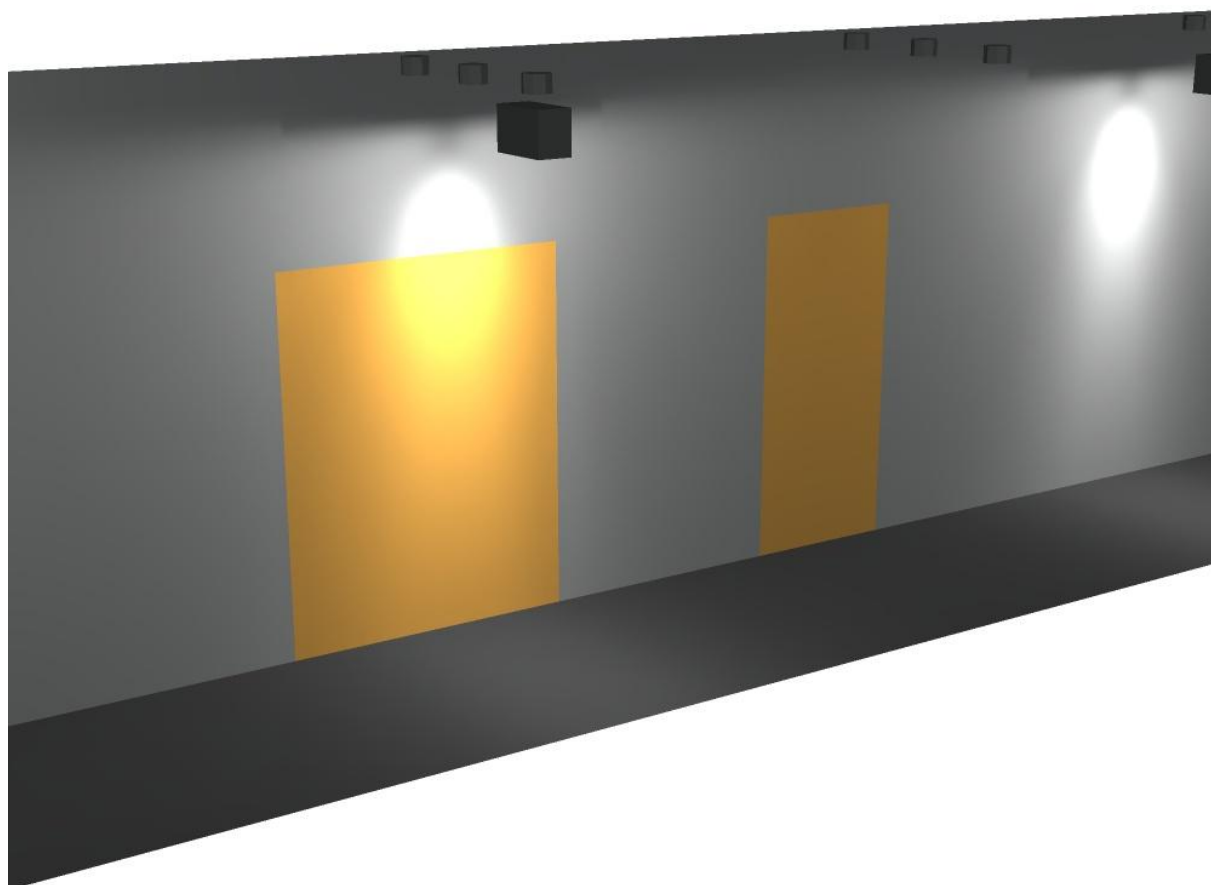
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.055 (1:18)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.011 (1:90)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.25 \text{ W/m}^2 = 10.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

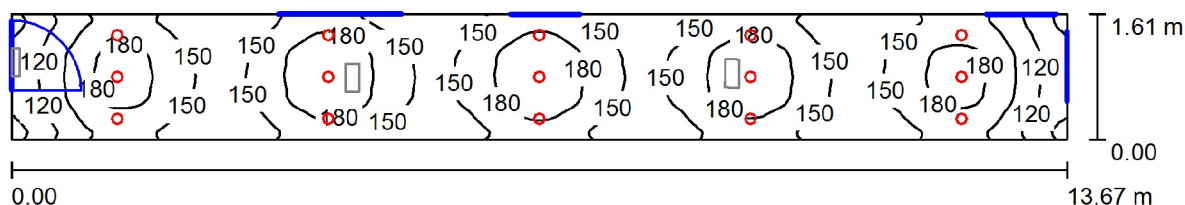
### Pasillo / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:98

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	156	80	200	0.512
Suelo	20	121	73	138	0.605
Techo	70	40	22	58	0.545
Paredes (4)	50	81	25	476	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS BBS470 1xDLED-3000 C PGO (1.000)	507	634	10.6
Total:			7608	9510	159.0

Valor de eficiencia energética:  $7.23 \text{ W/m}^2 = 4.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7608 lm  
Potencia total: 159.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	117	39	156	/	/
Suelo	87	34	121	20	7.70
Techo	0.00	40	40	70	8.80
Pared 1	28	32	60	50	9.60
Pared 2	48	36	84	50	13
Pared 3	27	32	60	50	9.49
Pared 4	49	36	84	50	13

Simetrías en el plano útil

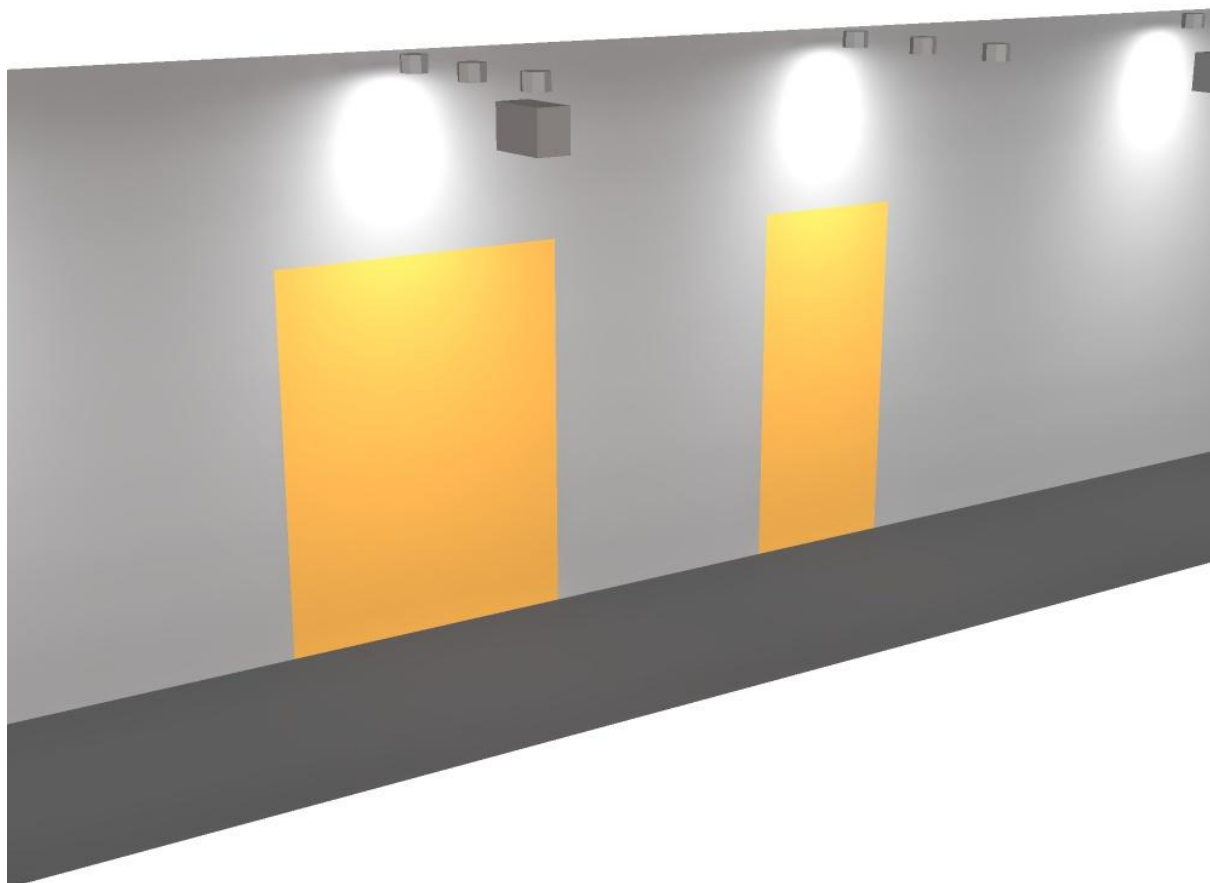
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.512 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.400 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $7.23 \text{ W/m}^2 = 4.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### **Pasillo / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D**



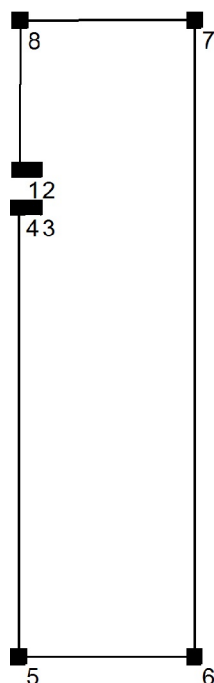
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Escaleras / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 6.000 m  
 Base: 6.06 m<sup>2</sup>



Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Suelo_1	20	/	/	/
Suelo_2	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/
Suelo	20	/	/	/



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga

Teléfono

Fax

e-Mail

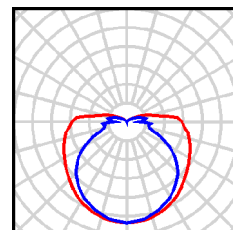
**Escaleras / Protocolo de entrada**

Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Pared 8	50	( 14.815   8.137 )	( 14.813   7.036 )	1.101

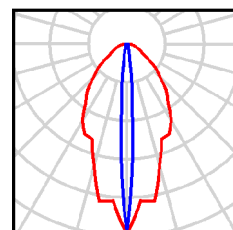
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Lista de luminarias

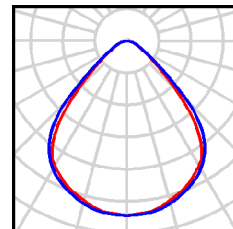
2 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



9 Pieza ETAP K719/3P2 Without  
N° de artículo: K719/3P2  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 83 lm, 0.8 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 90 97 100 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).

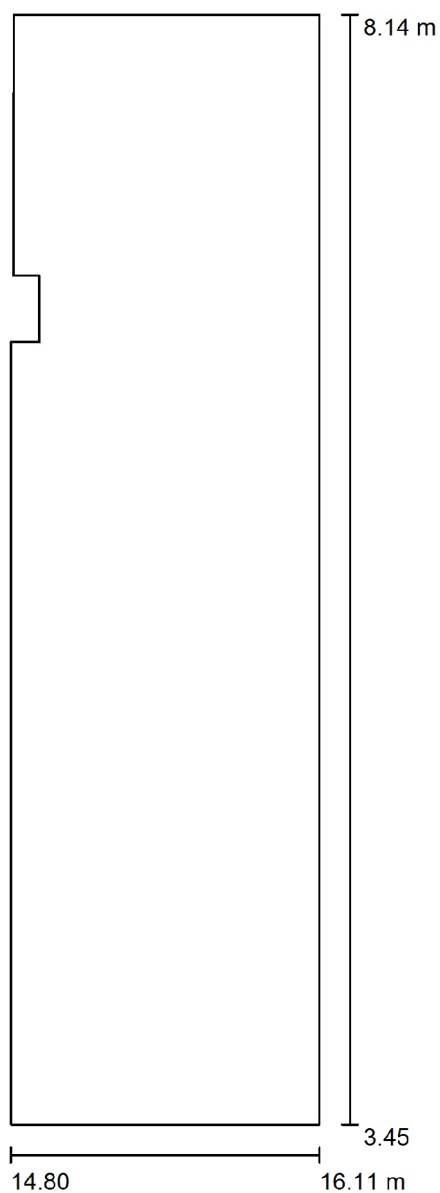


6 Pieza PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1850 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1850 lm  
Potencia de las luminarias: 23.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED24/830/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Planta

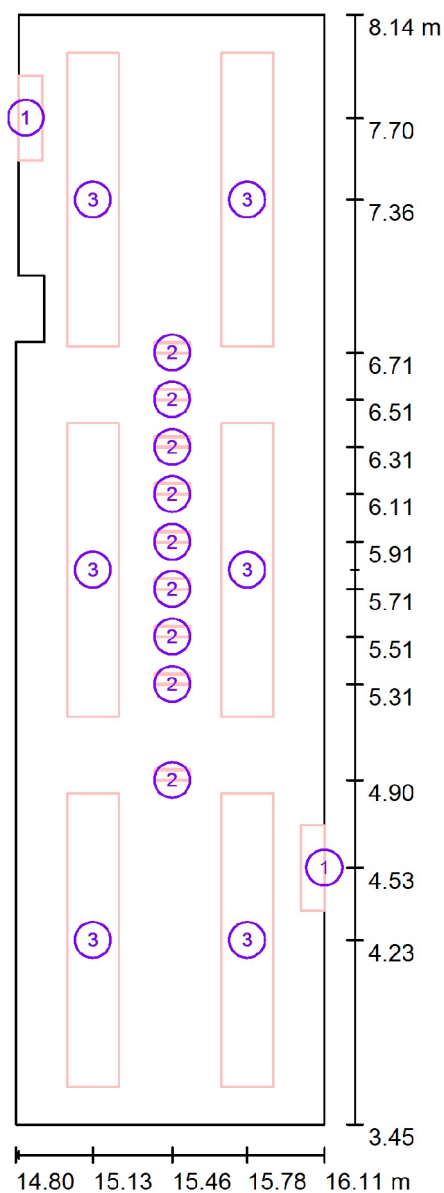


Escala 1 : 32



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Luminarias (ubicación)



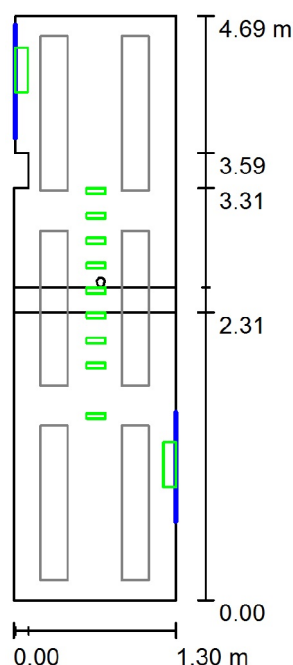
Escala 1 : 32

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	2	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	9	ETAP K719/3P2 Without
3	6	PHILIPS BCS460 W22L 124 1xLED24/830 MLO-PC

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:61

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	5.57	0.00	2398	0.000
Pisos (48)	20	3.05	0.00	344	/
Techo	70	0.46	0.24	0.64	0.525
Paredes (8)	50	7.53	0.00	224	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	9	ETAP K719/3P2 Without (1.000)	83	85	0.8
Total:			795	811	12.2

Valor de eficiencia energética:  $2.02 \text{ W/m}^2 = 36.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.06 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 795 lm  
Potencia total: 12.2 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	5.57	0.00	5.57	/	/
Superficie de cálculo 7	2.36	0.00	2.36	/	/
Suelo	16	0.00	16	20	1.02
Suelo_1	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo_2	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	12	0.00	12	20	0.73
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.14	0.00	0.14	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	13	0.00	13	20	0.82
Suelo	0.17	0.00	0.17	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.01	0.00	0.01	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	12	0.00	12	20	0.77
Suelo	0.20	0.00	0.20	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	7.92	0.00	7.92	20	0.50
Suelo	0.23	0.00	0.23	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	12	0.00	12	20	0.76
Suelo	0.23	0.00	0.23	20	0.01
Suelo	0.01	0.00	0.01	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	12	0.00	12	20	0.74

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.21	0.00	0.21	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	13	0.00	13	20	0.80
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.18	0.00	0.18	20	0.01
Suelo	0.01	0.00	0.01	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	13	0.00	13	20	0.85
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.14	0.00	0.14	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	14	0.00	14	20	0.86
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.05	0.00	0.05	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.39	0.00	0.39	20	0.02
Suelo	0.11	0.00	0.11	20	0.01
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Techo	0.46	0.00	0.46	70	0.10
Pared 1	0.58	0.00	0.58	50	0.09
Pared 2	16	0.00	16	50	2.50
Pared 3	20	0.00	20	50	3.11
Pared 4	4.04	0.00	4.04	50	0.64
Pared 5	0.41	0.00	0.41	50	0.06
Pared 6	7.02	0.00	7.02	50	1.12
Pared 7	28	0.00	28	50	4.46
Pared 8	1.67	0.00	1.67	50	0.27

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.000

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.000

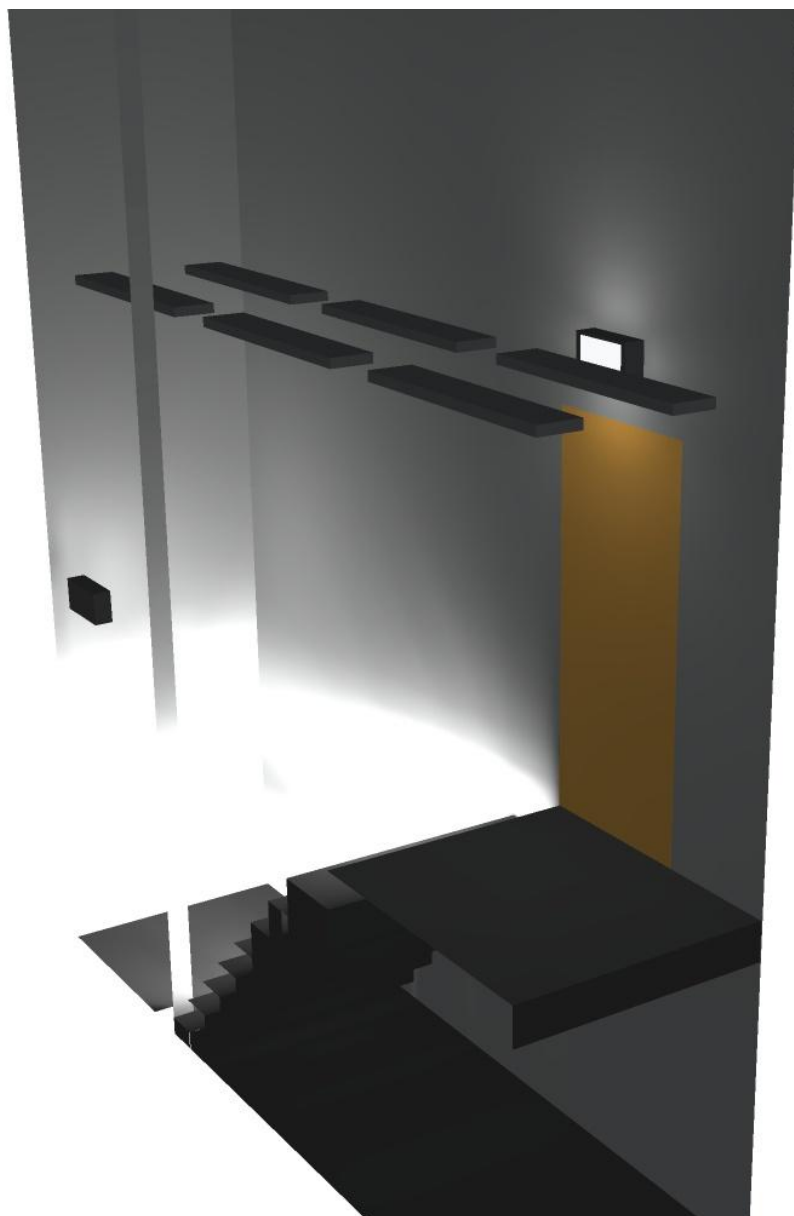
Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $2.02 \text{ W/m}^2 = 36.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.06 \text{ m}^2$ )

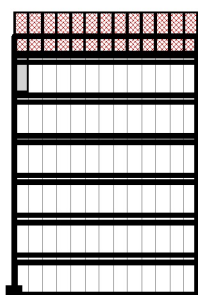
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



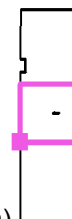
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	2.07	2.07	2.19	2.19	2.31	2.31	2.71	2.77	2.84	2.91
1.665	2.07	2.07	2.19	2.19	2.31	2.31	2.06	2.12	2.18	2.24
1.651	1.13	1.13	1.13	1.13	1.28	1.28	1.28	1.28	1.41	1.41
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.005	0.015	0.025	0.036	0.046	0.056	0.066	0.076	0.086	0.096

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

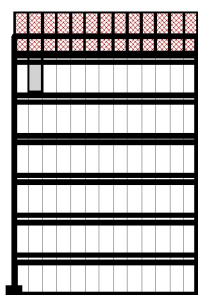
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

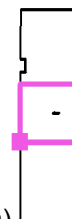
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	2.98	3.05	3.12	3.18	3.25	3.31	3.36	3.41	3.46	3.62
1.665	2.30	2.37	2.43	2.50	2.56	2.62	2.68	2.75	2.80	2.86
1.651	1.50	1.50	1.59	1.59	1.69	1.69	1.79	1.79	1.89	1.89
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.107	0.117	0.127	0.137	0.147	0.157	0.167	0.178	0.188	0.198

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

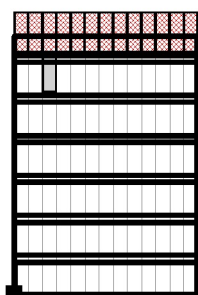
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

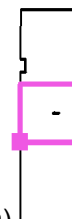
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	3.78	3.94	4.12	4.31	4.50	4.71	4.92	5.15	5.38	5.62
1.665	2.91	2.95	3.05	3.19	3.35	3.51	3.68	3.86	4.05	4.25
1.651	1.98	1.98	2.07	2.07	2.15	2.15	2.35	2.35	2.54	2.67
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.208	0.218	0.228	0.238	0.249	0.259	0.269	0.279	0.289	0.299

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

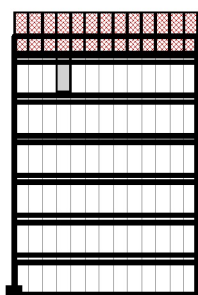
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



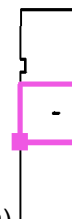
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	5.88	6.14	6.41	6.66	6.91	7.16	7.42	7.68	7.93	8.17
1.665	4.46	4.68	4.91	5.15	5.40	5.66	5.92	6.19	6.46	6.73
1.651	2.82	2.97	3.12	3.29	3.56	3.56	3.94	3.94	4.35	4.35
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.309	0.320	0.330	0.340	0.350	0.360	0.370	0.380	0.391	0.401

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

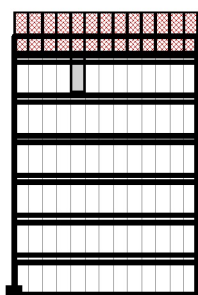
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

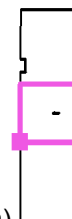
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.694</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.680</b>	8.40	8.61	8.78	8.92	9.00	9.05	9.55	10	10	11
<b>1.665</b>	6.99	7.24	7.47	7.67	7.81	7.88	7.87	8.05	8.54	9.03
<b>1.651</b>	4.67	4.88	5.09	5.29	5.47	5.61	5.72	5.76	5.71	6.08
<b>1.637</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.594</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.580</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.551</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.537</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.522</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.508</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.494</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.451</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.437</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.411</b>	<b>0.421</b>	<b>0.431</b>	<b>0.441</b>	<b>0.451</b>	<b>0.462</b>	<b>0.472</b>	<b>0.482</b>	<b>0.492</b>	<b>0.502</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

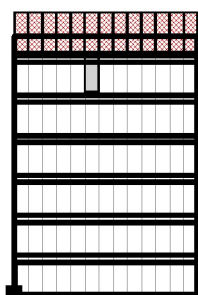
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

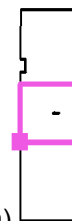
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	11	12	12	12	12	11	11	11	11	10
1.665	9.49	9.92	10	11	11	11	10	10	10	10
1.651	6.49	6.89	7.28	7.64	7.95	8.17	8.26	8.31	8.37	8.18
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.512	0.523	0.533	0.543	0.553	0.563	0.573	0.583	0.594	0.604

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

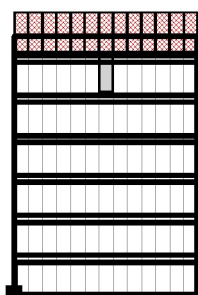
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

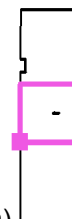
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	9.55	8.98	8.59	7.94	6.98	5.72	4.17	2.39	0.48	<u>0.00</u>
1.665	9.40	8.51	8.24	7.69	6.82	5.60	4.08	2.33	0.46	<u>0.00</u>
1.651	7.76	7.09	6.50	6.04	5.33	4.36	3.15	1.77	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.614	0.624	0.634	0.644	0.654	0.665	0.675	0.685	0.695	0.705

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

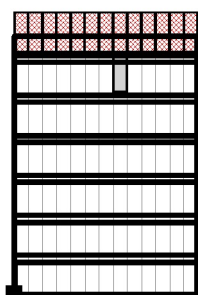
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

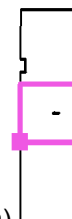
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.651	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.715	0.725	0.736	0.746	0.756	0.766	0.776	0.786	0.796	0.807

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

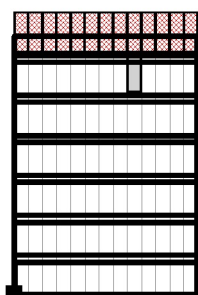
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

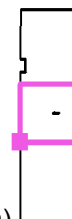
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.651	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.817	0.827	0.837	0.847	0.857	0.867	0.878	0.888	0.898	0.908

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

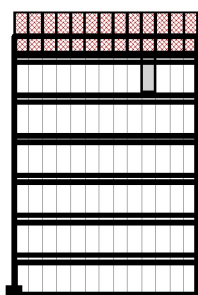
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

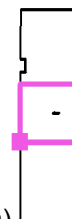
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.651	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.918	0.928	0.939	0.949	0.959	0.969	0.979	0.989	0.999	1.010

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

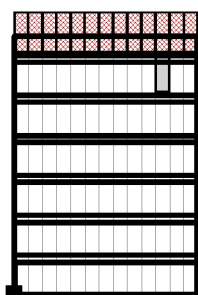
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

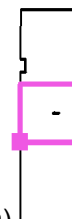
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.651	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.081	1.091	1.101	1.111

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

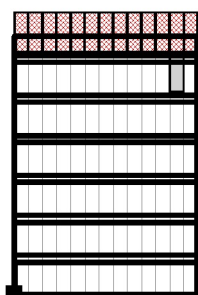
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



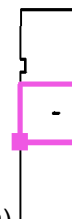
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.651	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.121	1.131	1.141	1.152	1.162	1.172	1.182	1.192	1.202	1.212

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

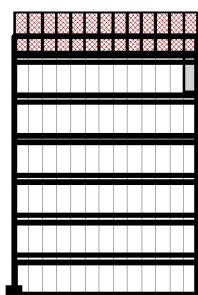
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

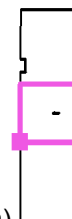
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.708	/	/	/	/	/	/	/	/
1.694	/	/	/	/	/	/	/	/
1.680	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.665	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.651	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.637	/	/	/	/	/	/	/	/
1.622	/	/	/	/	/	/	/	/
1.608	/	/	/	/	/	/	/	/
1.594	/	/	/	/	/	/	/	/
1.580	/	/	/	/	/	/	/	/
1.565	/	/	/	/	/	/	/	/
1.551	/	/	/	/	/	/	/	/
1.537	/	/	/	/	/	/	/	/
1.522	/	/	/	/	/	/	/	/
1.508	/	/	/	/	/	/	/	/
1.494	/	/	/	/	/	/	/	/
1.479	/	/	/	/	/	/	/	/
1.465	/	/	/	/	/	/	/	/
1.451	/	/	/	/	/	/	/	/
1.437	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	1.294

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

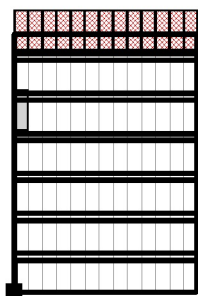
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

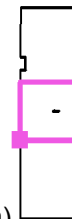
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	2.37	2.37	2.49	2.49	2.61	2.61	2.73	2.73	2.85	2.85
1.394	1.67	1.67	1.77	1.77	1.87	1.87	2.27	2.33	2.38	2.44
1.379	1.67	1.67	1.77	1.77	1.87	1.87	1.58	1.62	1.67	1.72
1.365	0.77	0.77	0.77	0.77	0.87	0.87	0.87	0.87	0.98	0.98
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.005	0.015	0.025	0.036	0.046	0.056	0.066	0.076	0.086	0.096

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

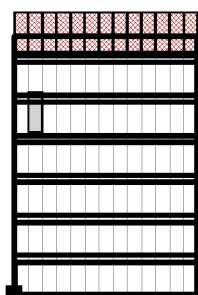
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

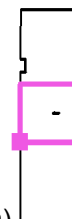
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	2.97	2.97	3.08	3.08	3.17	3.17	3.36	3.36	3.64	3.64
1.394	2.50	2.56	2.62	2.67	2.73	2.78	2.83	2.88	2.92	3.02
1.379	1.77	1.82	1.87	1.92	1.97	2.02	2.07	2.12	2.16	2.21
1.365	0.98	0.98	1.11	1.11	1.11	1.11	1.21	1.21	1.28	1.28
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.107	0.117	0.127	0.137	0.147	0.157	0.167	0.178	0.188	0.198

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

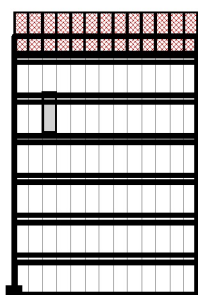
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

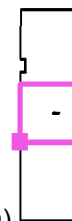
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	3.96	3.96	4.22	4.40	4.69	4.69	5.11	5.11	5.55	5.55
1.394	3.16	3.30	3.45	3.60	3.77	3.94	4.12	4.31	4.51	4.72
1.379	2.25	2.29	2.33	2.44	2.56	2.69	2.82	2.96	3.10	3.26
1.365	1.34	1.34	1.40	1.40	1.45	1.45	1.59	1.59	1.76	1.76
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.208	0.218	0.228	0.238	0.249	0.259	0.269	0.279	0.289	0.299

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

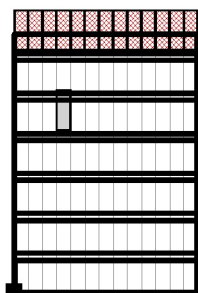
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

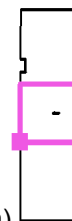
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.408</b>	5.99	5.99	6.43	6.43	6.88	6.88	7.33	7.33	7.75	7.75
<b>1.394</b>	4.93	5.16	5.39	5.63	5.87	6.12	6.37	6.61	6.86	7.09
<b>1.379</b>	3.42	3.59	3.77	3.96	4.15	4.35	4.56	4.77	4.98	5.20
<b>1.365</b>	1.95	1.95	2.17	2.17	2.40	2.40	2.66	2.66	2.94	2.94
<b>1.351</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.337</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.308</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.294</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.265</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.251</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.236</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.208</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.194</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.165</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.151</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.309</b>	<b>0.320</b>	<b>0.330</b>	<b>0.340</b>	<b>0.350</b>	<b>0.360</b>	<b>0.370</b>	<b>0.380</b>	<b>0.391</b>	<b>0.401</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

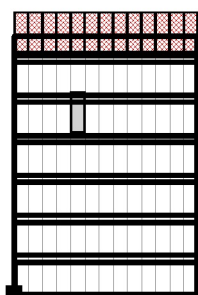
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

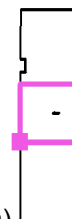
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.408</b>	8.10	8.10	8.28	8.33	8.47	8.90	9.32	9.73	10	10
<b>1.394</b>	7.27	7.44	7.57	7.66	7.70	7.68	8.09	8.53	8.96	9.36
<b>1.379</b>	5.41	5.61	5.80	5.96	6.08	6.16	6.16	6.23	6.63	7.03
<b>1.365</b>	3.23	3.23	3.52	3.52	3.70	3.81	3.88	3.91	3.88	4.12
<b>1.351</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.337</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.308</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.294</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.265</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.251</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.236</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.208</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.194</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.165</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.151</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.411</b>	<b>0.421</b>	<b>0.431</b>	<b>0.441</b>	<b>0.451</b>	<b>0.462</b>	<b>0.472</b>	<b>0.482</b>	<b>0.492</b>	<b>0.502</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

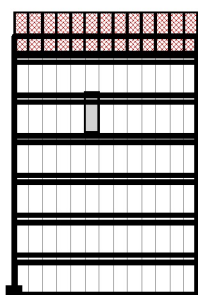
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

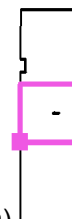
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.408</b>	11	11	11	11	10	10	10	10	9.81	9.22
<b>1.394</b>	9.72	10	10	10	10	9.94	10	9.99	9.76	9.32
<b>1.379</b>	7.44	7.82	8.18	8.46	8.63	8.65	8.56	8.61	8.51	8.22
<b>1.365</b>	4.40	4.68	4.94	5.19	5.40	5.55	5.62	5.66	5.71	5.63
<b>1.351</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.337</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.308</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.294</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.265</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.251</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.236</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.208</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.194</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.165</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.151</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>0.523</b>	<b>0.533</b>	<b>0.543</b>	<b>0.553</b>	<b>0.563</b>	<b>0.573</b>	<b>0.583</b>	<b>0.594</b>	<b>0.604</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

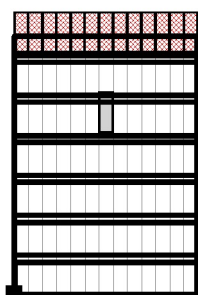
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



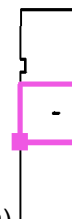
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.408</b>	8.41	8.16	7.75	7.11	5.66	5.66	2.90	2.90	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>1.394</b>	8.63	8.07	7.71	7.11	6.24	5.09	3.70	2.11	0.42	<u>0.00</u>
<b>1.379</b>	7.71	6.96	6.66	6.17	5.43	4.44	3.22	1.83	0.36	<u>0.00</u>
<b>1.365</b>	5.38	4.93	4.52	4.18	3.65	2.94	1.62	1.62	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>1.351</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.337</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.308</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.294</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.265</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.251</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.236</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.208</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.194</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.165</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.151</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.614</b>	<b>0.624</b>	<b>0.634</b>	<b>0.644</b>	<b>0.654</b>	<b>0.665</b>	<b>0.675</b>	<b>0.685</b>	<b>0.695</b>	<b>0.705</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

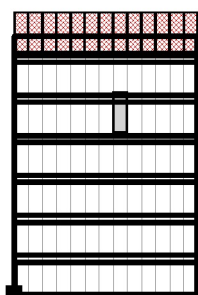
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

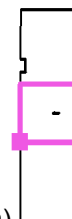
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.394	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.379	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.715	0.725	0.736	0.746	0.756	0.766	0.776	0.786	0.796	0.807	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

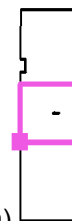
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.394	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.379	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.817	0.827	0.837	0.847	0.857	0.867	0.878	0.888	0.898	0.908	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

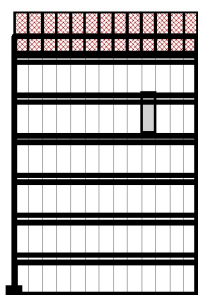
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

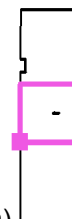
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.394	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.379	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.918	0.928	0.939	0.949	0.959	0.969	0.979	0.989	0.999	1.010

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

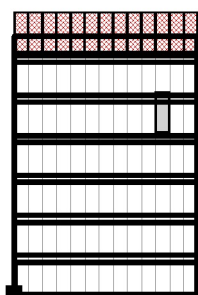
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

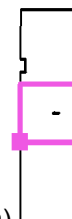
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.394	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.379	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.081	1.091	1.101	1.111	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

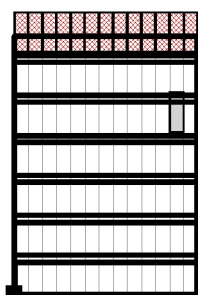
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

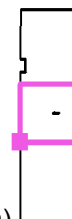
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.394	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.379	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.121	1.131	1.141	1.152	1.162	1.172	1.182	1.192	1.202	1.212	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

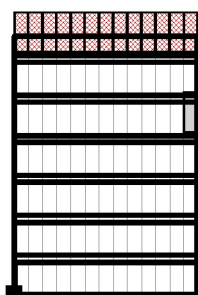
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

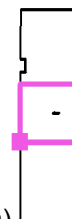
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.422	/	/	/	/	/	/	/	/
1.408	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
1.394	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
1.379	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
1.365	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
1.351	/	/	/	/	/	/	/	/
1.337	/	/	/	/	/	/	/	/
1.322	/	/	/	/	/	/	/	/
1.308	/	/	/	/	/	/	/	/
1.294	/	/	/	/	/	/	/	/
1.279	/	/	/	/	/	/	/	/
1.265	/	/	/	/	/	/	/	/
1.251	/	/	/	/	/	/	/	/
1.236	/	/	/	/	/	/	/	/
1.222	/	/	/	/	/	/	/	/
1.208	/	/	/	/	/	/	/	/
1.194	/	/	/	/	/	/	/	/
1.179	/	/	/	/	/	/	/	/
1.165	/	/	/	/	/	/	/	/
1.151	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	1.294

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

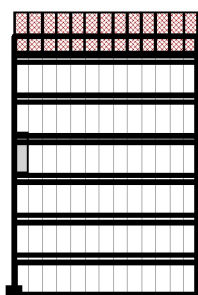
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

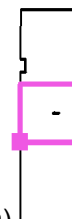
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	1.12	1.12	1.17	1.17	1.22	1.22	1.27	1.27	1.32	1.32
<b>1.108</b>	0.41	0.41	0.43	0.43	0.45	0.45	0.79	0.80	0.82	0.84
<b>1.094</b>	0.41	0.41	0.43	0.43	0.45	0.45	0.11	0.12	0.12	0.12
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.005</b>	<b>0.015</b>	<b>0.025</b>	<b>0.036</b>	<b>0.046</b>	<b>0.056</b>	<b>0.066</b>	<b>0.076</b>	<b>0.086</b>	<b>0.096</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

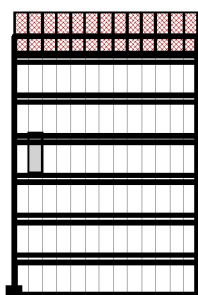
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



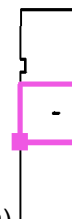
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	1.36	1.36	1.40	1.40	1.52	1.52	1.64	1.64	1.78	1.78
<b>1.108</b>	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.94	0.95	0.99	1.03	1.08
<b>1.094</b>	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.107</b>	<b>0.117</b>	<b>0.127</b>	<b>0.137</b>	<b>0.147</b>	<b>0.157</b>	<b>0.167</b>	<b>0.178</b>	<b>0.188</b>	<b>0.198</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

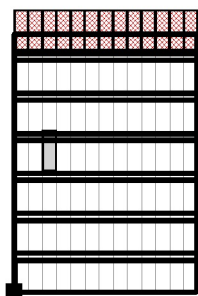
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

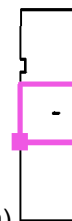
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	1.93	1.93	2.09	2.09	2.26	2.26	2.45	2.45	2.65	2.65
<b>1.108</b>	1.12	1.17	1.22	1.28	1.34	1.39	1.46	1.52	1.59	1.66
<b>1.094</b>	0.16	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.208</b>	<b>0.218</b>	<b>0.228</b>	<b>0.238</b>	<b>0.249</b>	<b>0.259</b>	<b>0.269</b>	<b>0.279</b>	<b>0.289</b>	<b>0.299</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

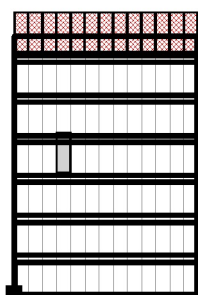
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

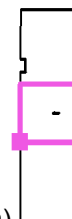
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	2.86	2.86	3.08	3.08	3.29	3.29	3.48	3.48	3.63	3.63
<b>1.108</b>	1.73	1.80	1.88	1.96	2.04	2.11	2.19	2.27	2.34	2.41
<b>1.094</b>	0.25	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.33	0.34	0.36	0.37
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.309</b>	<b>0.320</b>	<b>0.330</b>	<b>0.340</b>	<b>0.350</b>	<b>0.360</b>	<b>0.370</b>	<b>0.380</b>	<b>0.391</b>	<b>0.401</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

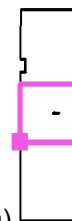
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	3.71	3.71	3.69	3.82	4.02	4.23	4.43	4.63	4.81	4.99
<b>1.108</b>	2.46	2.51	2.54	2.54	2.52	2.67	2.82	2.97	3.12	3.26
<b>1.094</b>	0.38	0.39	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.45	0.47	0.50
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.411</b>	<b>0.421</b>	<b>0.431</b>	<b>0.441</b>	<b>0.451</b>	<b>0.462</b>	<b>0.472</b>	<b>0.482</b>	<b>0.492</b>	<b>0.502</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

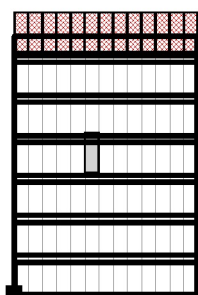
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

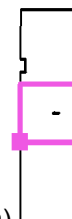
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	5.13	5.24	5.31	5.31	5.33	5.33	5.25	5.09	4.68	4.68
<b>1.108</b>	3.39	3.51	3.60	3.65	3.66	3.70	3.72	3.68	3.56	3.36
<b>1.094</b>	0.53	0.55	0.57	0.59	0.60	0.61	0.61	0.62	0.61	0.58
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>0.523</b>	<b>0.533</b>	<b>0.543</b>	<b>0.553</b>	<b>0.563</b>	<b>0.573</b>	<b>0.583</b>	<b>0.594</b>	<b>0.604</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

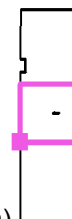
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.122</b>	4.19	4.00	3.72	3.34	2.57	2.57	1.26	1.26	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>1.108</b>	3.07	2.91	2.71	2.43	2.06	1.62	1.13	0.62	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>1.094</b>	0.54	0.50	0.47	0.43	0.37	0.29	0.20	0.11	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>1.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.065</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.051</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.022</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>1.008</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.993</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.979</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.965</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.951</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.936</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.922</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.908</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.893</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.879</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.865</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.614</b>	<b>0.624</b>	<b>0.634</b>	<b>0.644</b>	<b>0.654</b>	<b>0.665</b>	<b>0.675</b>	<b>0.685</b>	<b>0.695</b>	<b>0.705</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

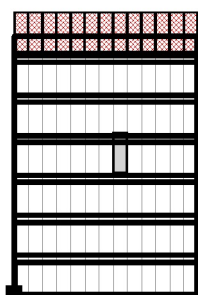
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

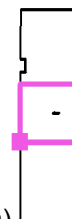
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.065	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.051	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.022	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.008	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.993	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.979	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.965	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.951	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.936	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.922	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.908	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.893	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.879	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.865	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.715	0.725	0.736	0.746	0.756	0.766	0.776	0.786	0.796	0.807

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

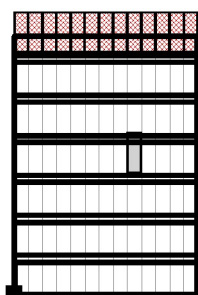
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

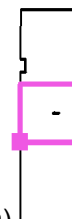
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.065	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.051	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.022	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.008	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.993	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.979	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.965	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.951	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.936	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.922	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.908	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.893	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.879	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.865	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.817	0.827	0.837	0.847	0.857	0.867	0.878	0.888	0.898	0.908

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

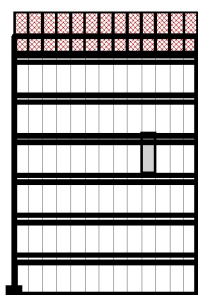
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



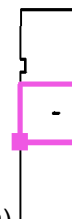
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.065	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.051	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.022	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.008	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.993	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.979	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.965	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.951	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.936	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.922	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.908	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.893	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.879	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.865	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.918	0.928	0.939	0.949	0.959	0.969	0.979	0.989	0.999	1.010

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

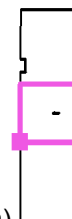
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.065	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.051	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.022	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.008	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.993	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.979	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.965	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.951	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.936	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.922	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.908	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.893	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.879	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.865	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.081	1.091	1.101	1.111

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

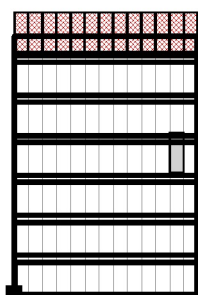
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

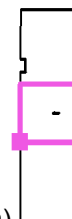
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.065	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.051	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.022	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.008	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.993	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.979	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.965	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.951	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.936	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.922	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.908	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.893	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.879	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.865	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.121	1.131	1.141	1.152	1.162	1.172	1.182	1.192	1.202	1.212

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

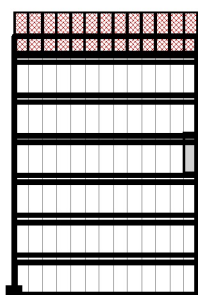
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

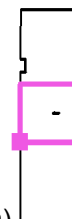
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.136	/	/	/	/	/	/	/	/
1.122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.079	/	/	/	/	/	/	/	/
1.065	/	/	/	/	/	/	/	/
1.051	/	/	/	/	/	/	/	/
1.036	/	/	/	/	/	/	/	/
1.022	/	/	/	/	/	/	/	/
1.008	/	/	/	/	/	/	/	/
0.993	/	/	/	/	/	/	/	/
0.979	/	/	/	/	/	/	/	/
0.965	/	/	/	/	/	/	/	/
0.951	/	/	/	/	/	/	/	/
0.936	/	/	/	/	/	/	/	/
0.922	/	/	/	/	/	/	/	/
0.908	/	/	/	/	/	/	/	/
0.893	/	/	/	/	/	/	/	/
0.879	/	/	/	/	/	/	/	/
0.865	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	1.294

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

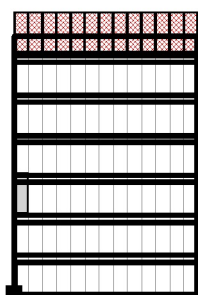
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

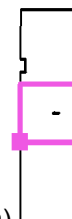
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	2.51	2.51	2.42	2.42	2.54	2.54	2.62	2.68	2.74	2.80
<b>0.822</b>	1.44	1.44	1.53	1.53	1.62	1.62	2.04	2.10	2.15	2.21
<b>0.808</b>	1.44	1.44	1.53	1.53	1.62	1.62	1.30	1.33	1.37	1.42
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.005</b>	<b>0.015</b>	<b>0.025</b>	<b>0.036</b>	<b>0.046</b>	<b>0.056</b>	<b>0.066</b>	<b>0.076</b>	<b>0.086</b>	<b>0.096</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

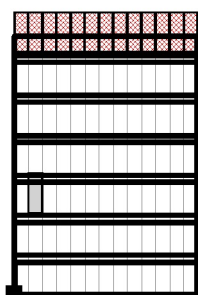
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

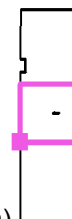
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	2.86	2.92	2.98	3.03	3.08	3.13	3.17	3.29	3.43	3.58
<b>0.822</b>	2.27	2.33	2.38	2.44	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.74
<b>0.808</b>	1.46	1.50	1.54	1.59	1.63	1.68	1.72	1.77	1.81	1.86
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.107</b>	<b>0.117</b>	<b>0.127</b>	<b>0.137</b>	<b>0.147</b>	<b>0.157</b>	<b>0.167</b>	<b>0.178</b>	<b>0.188</b>	<b>0.198</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

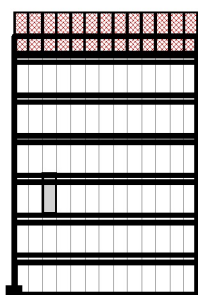
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

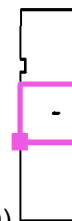
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	3.73	3.90	4.07	4.24	4.43	4.62	4.96	4.96	5.40	5.40
<b>0.822</b>	2.80	2.93	3.07	3.21	3.36	3.52	3.69	3.86	4.04	4.24
<b>0.808</b>	1.90	1.94	1.97	2.00	2.08	2.19	2.30	2.41	2.54	2.67
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.208</b>	<b>0.218</b>	<b>0.228</b>	<b>0.238</b>	<b>0.249</b>	<b>0.259</b>	<b>0.269</b>	<b>0.279</b>	<b>0.289</b>	<b>0.299</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

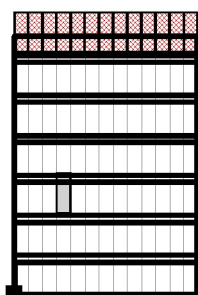
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

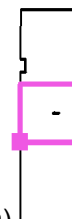
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	5.87	5.87	6.33	6.33	6.78	6.78	7.23	7.23	7.53	7.73
<b>0.822</b>	4.44	4.65	4.86	5.09	5.32	5.56	5.80	6.05	6.29	6.52
<b>0.808</b>	2.80	2.95	3.10	3.26	3.42	3.60	3.78	3.97	4.16	4.35
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.309</b>	<b>0.320</b>	<b>0.330</b>	<b>0.340</b>	<b>0.350</b>	<b>0.360</b>	<b>0.370</b>	<b>0.380</b>	<b>0.391</b>	<b>0.401</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

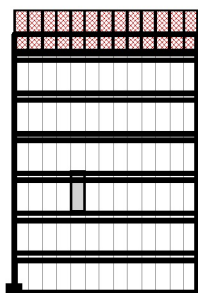
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



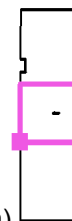
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	7.91	8.07	8.19	8.26	8.27	8.69	9.12	9.54	9.93	10
<b>0.822</b>	6.75	6.95	7.12	7.26	7.33	7.33	7.40	7.84	8.28	8.70
<b>0.808</b>	4.54	4.73	4.91	5.07	5.21	5.32	5.37	5.35	5.55	5.91
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.411</b>	<b>0.421</b>	<b>0.431</b>	<b>0.441</b>	<b>0.451</b>	<b>0.462</b>	<b>0.472</b>	<b>0.482</b>	<b>0.492</b>	<b>0.502</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

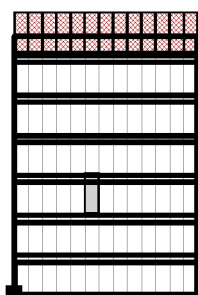
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

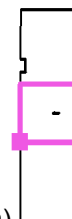
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	11	11	11	11	10	10	10	10	9.91	9.34
<b>0.822</b>	9.10	9.44	9.71	9.86	9.87	9.68	9.70	9.70	9.53	9.14
<b>0.808</b>	6.28	6.64	6.98	7.28	7.52	7.67	7.70	7.79	7.78	7.55
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>0.523</b>	<b>0.533</b>	<b>0.543</b>	<b>0.553</b>	<b>0.563</b>	<b>0.573</b>	<b>0.583</b>	<b>0.594</b>	<b>0.604</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

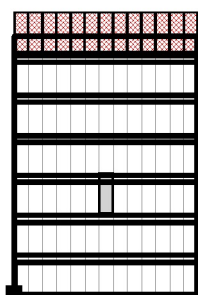
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

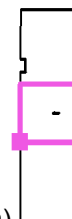
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	8.54	8.21	7.81	7.17	6.28	5.11	2.94	2.94	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.822</b>	8.52	7.87	7.57	7.02	6.18	5.05	3.67	2.09	0.42	<u>0.00</u>
<b>0.808</b>	7.10	6.43	6.00	5.55	4.86	3.96	2.85	1.60	0.31	<u>0.00</u>
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.614</b>	<b>0.624</b>	<b>0.634</b>	<b>0.644</b>	<b>0.654</b>	<b>0.665</b>	<b>0.675</b>	<b>0.685</b>	<b>0.695</b>	<b>0.705</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

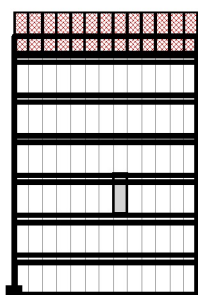
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

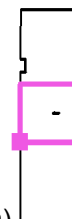
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.822</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.808</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.715</b>	<b>0.725</b>	<b>0.736</b>	<b>0.746</b>	<b>0.756</b>	<b>0.766</b>	<b>0.776</b>	<b>0.786</b>	<b>0.796</b>	<b>0.807</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

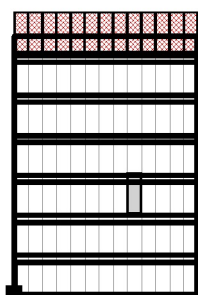
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

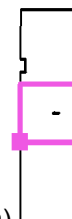
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.822</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.808</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.817</b>	<b>0.827</b>	<b>0.837</b>	<b>0.847</b>	<b>0.857</b>	<b>0.867</b>	<b>0.878</b>	<b>0.888</b>	<b>0.898</b>	<b>0.908</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

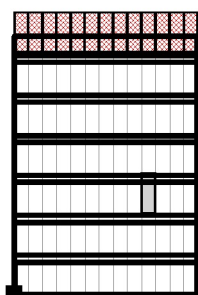
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

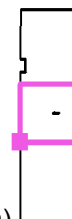
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.822</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.808</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.918</b>	<b>0.928</b>	<b>0.939</b>	<b>0.949</b>	<b>0.959</b>	<b>0.969</b>	<b>0.979</b>	<b>0.989</b>	<b>0.999</b>	<b>1.010</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

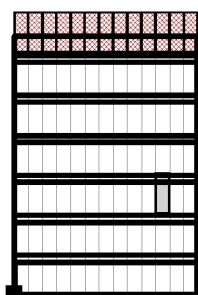
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

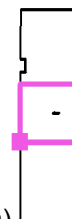
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.851</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.836</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.822</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.808</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.793</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.779</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.765</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.750</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.736</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.722</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.708</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.693</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.679</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.665</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.650</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.636</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.622</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.608</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.593</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.579</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>1.020</b>	<b>1.030</b>	<b>1.040</b>	<b>1.050</b>	<b>1.060</b>	<b>1.070</b>	<b>1.081</b>	<b>1.091</b>	<b>1.101</b>	<b>1.111</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

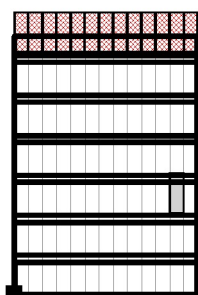
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

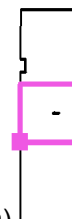
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.851	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.836	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.822	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.808	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.793	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.779	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.765	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.750	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.736	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.722	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.708	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.693	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.679	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.665	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.650	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.636	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.622	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.608	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.593	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.579	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.121	1.131	1.141	1.152	1.162	1.172	1.182	1.192	1.202	1.212

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

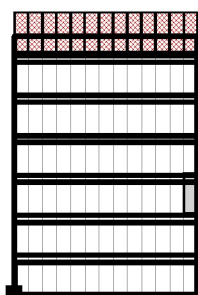
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



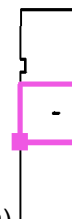
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.851	/	/	/	/	/	/	/	/
0.836	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.822	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.808	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.793	/	/	/	/	/	/	/	/
0.779	/	/	/	/	/	/	/	/
0.765	/	/	/	/	/	/	/	/
0.750	/	/	/	/	/	/	/	/
0.736	/	/	/	/	/	/	/	/
0.722	/	/	/	/	/	/	/	/
0.708	/	/	/	/	/	/	/	/
0.693	/	/	/	/	/	/	/	/
0.679	/	/	/	/	/	/	/	/
0.665	/	/	/	/	/	/	/	/
0.650	/	/	/	/	/	/	/	/
0.636	/	/	/	/	/	/	/	/
0.622	/	/	/	/	/	/	/	/
0.608	/	/	/	/	/	/	/	/
0.593	/	/	/	/	/	/	/	/
0.579	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	1.294

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

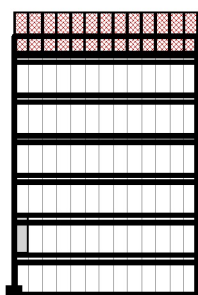
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

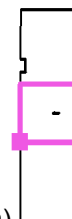
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	2.12	2.17	2.32	2.32	2.44	2.44	2.46	2.51	2.57	2.63
<b>0.536</b>	1.27	1.27	1.34	1.34	1.42	1.42	1.85	1.90	1.96	2.01
<b>0.522</b>	1.27	1.27	1.34	1.34	1.42	1.42	1.08	1.11	1.15	1.18
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.005</b>	<b>0.015</b>	<b>0.025</b>	<b>0.036</b>	<b>0.046</b>	<b>0.056</b>	<b>0.066</b>	<b>0.076</b>	<b>0.086</b>	<b>0.096</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

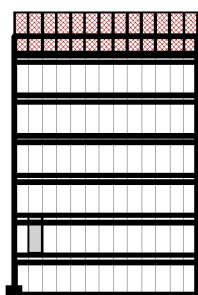
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

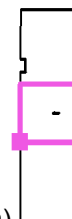
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	2.69	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95	2.99	3.06	3.20	3.33
<b>0.536</b>	2.06	2.12	2.17	2.22	2.28	2.33	2.38	2.43	2.47	2.51
<b>0.522</b>	1.22	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.52	1.56
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.107</b>	<b>0.117</b>	<b>0.127</b>	<b>0.137</b>	<b>0.147</b>	<b>0.157</b>	<b>0.167</b>	<b>0.178</b>	<b>0.188</b>	<b>0.198</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

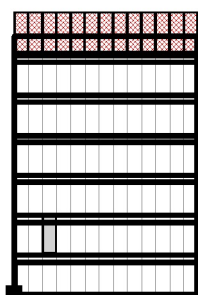
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

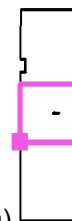
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	3.48	3.63	3.79	3.96	4.13	4.32	4.75	4.75	5.17	5.17
<b>0.536</b>	2.55	2.65	2.77	2.90	3.04	3.18	3.33	3.49	3.66	3.84
<b>0.522</b>	1.60	1.63	1.67	1.70	1.73	1.82	1.91	2.01	2.11	2.22
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.208</b>	<b>0.218</b>	<b>0.228</b>	<b>0.238</b>	<b>0.249</b>	<b>0.259</b>	<b>0.269</b>	<b>0.279</b>	<b>0.289</b>	<b>0.299</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

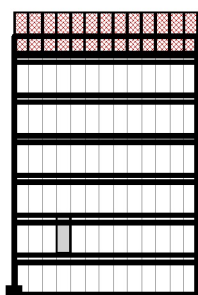
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

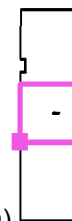
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	5.63	5.63	6.11	6.11	6.32	6.55	6.76	6.98	7.18	7.37
<b>0.536</b>	4.02	4.22	4.42	4.62	4.84	5.06	5.29	5.51	5.74	5.97
<b>0.522</b>	2.33	2.46	2.59	2.72	2.86	3.01	3.16	3.32	3.49	3.65
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.309</b>	<b>0.320</b>	<b>0.330</b>	<b>0.340</b>	<b>0.350</b>	<b>0.360</b>	<b>0.370</b>	<b>0.380</b>	<b>0.391</b>	<b>0.401</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

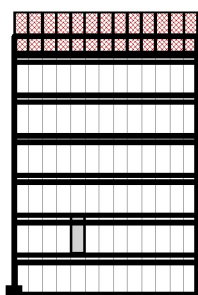
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

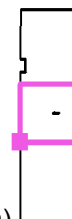
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	7.54	7.69	7.81	7.88	7.89	8.19	8.61	9.03	9.43	9.78
<b>0.536</b>	6.18	6.38	6.55	6.69	6.78	6.80	6.76	7.18	7.60	8.01
<b>0.522</b>	3.82	3.99	4.14	4.29	4.42	4.52	4.58	4.59	4.67	4.98
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.411</b>	<b>0.421</b>	<b>0.431</b>	<b>0.441</b>	<b>0.451</b>	<b>0.462</b>	<b>0.472</b>	<b>0.482</b>	<b>0.492</b>	<b>0.502</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

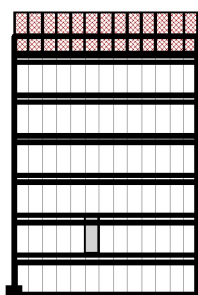
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

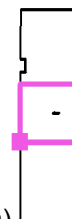
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	9.68	9.14
<b>0.536</b>	8.40	8.76	9.04	9.23	9.29	9.18	9.15	9.16	9.01	8.66
<b>0.522</b>	5.30	5.61	5.91	6.19	6.41	6.56	6.60	6.67	6.69	6.56
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>0.523</b>	<b>0.533</b>	<b>0.543</b>	<b>0.553</b>	<b>0.563</b>	<b>0.573</b>	<b>0.583</b>	<b>0.594</b>	<b>0.604</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

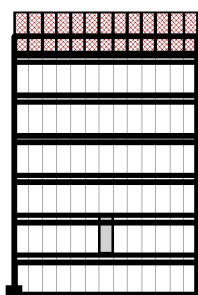
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

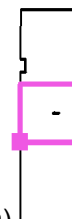
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	8.38	8.00	7.62	7.00	6.12	4.99	3.62	2.07	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.536</b>	8.08	7.40	7.12	6.60	5.81	4.76	3.46	1.97	0.39	<u>0.00</u>
<b>0.522</b>	6.24	5.69	5.26	4.84	4.21	3.40	2.42	1.34	0.26	<u>0.00</u>
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.614</b>	<b>0.624</b>	<b>0.634</b>	<b>0.644</b>	<b>0.654</b>	<b>0.665</b>	<b>0.675</b>	<b>0.685</b>	<b>0.695</b>	<b>0.705</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

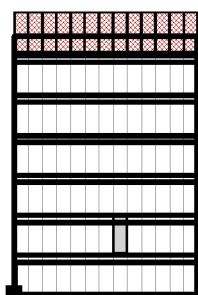
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



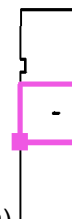
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.536</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.522</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.715</b>	<b>0.725</b>	<b>0.736</b>	<b>0.746</b>	<b>0.756</b>	<b>0.766</b>	<b>0.776</b>	<b>0.786</b>	<b>0.796</b>	<b>0.807</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

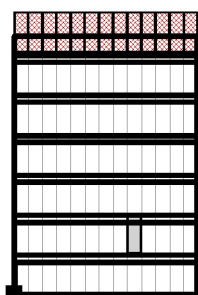
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

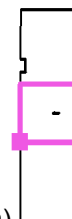
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.536</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.522</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.817</b>	<b>0.827</b>	<b>0.837</b>	<b>0.847</b>	<b>0.857</b>	<b>0.867</b>	<b>0.878</b>	<b>0.888</b>	<b>0.898</b>	<b>0.908</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

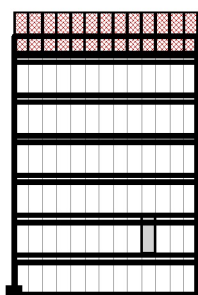
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

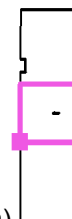
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.536</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.522</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.918</b>	<b>0.928</b>	<b>0.939</b>	<b>0.949</b>	<b>0.959</b>	<b>0.969</b>	<b>0.979</b>	<b>0.989</b>	<b>0.999</b>	<b>1.010</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

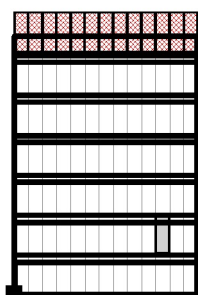
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

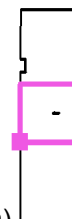
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.536</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.522</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>1.020</b>	<b>1.030</b>	<b>1.040</b>	<b>1.050</b>	<b>1.060</b>	<b>1.070</b>	<b>1.081</b>	<b>1.091</b>	<b>1.101</b>	<b>1.111</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

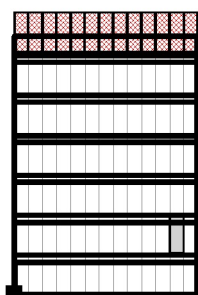
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

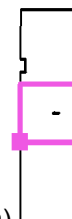
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.565</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.550</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.536</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.522</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.507</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.493</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.479</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.465</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.450</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.436</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.422</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.407</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.393</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.379</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.365</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.350</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.336</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.322</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.307</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.293</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>1.121</b>	<b>1.131</b>	<b>1.141</b>	<b>1.152</b>	<b>1.162</b>	<b>1.172</b>	<b>1.182</b>	<b>1.192</b>	<b>1.202</b>	<b>1.212</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

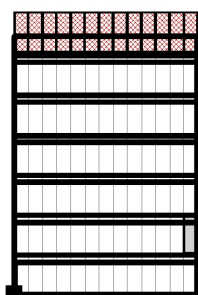
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

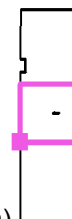
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.565	/	/	/	/	/	/	/	/
0.550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.536	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.522	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.507	/	/	/	/	/	/	/	/
0.493	/	/	/	/	/	/	/	/
0.479	/	/	/	/	/	/	/	/
0.465	/	/	/	/	/	/	/	/
0.450	/	/	/	/	/	/	/	/
0.436	/	/	/	/	/	/	/	/
0.422	/	/	/	/	/	/	/	/
0.407	/	/	/	/	/	/	/	/
0.393	/	/	/	/	/	/	/	/
0.379	/	/	/	/	/	/	/	/
0.365	/	/	/	/	/	/	/	/
0.350	/	/	/	/	/	/	/	/
0.336	/	/	/	/	/	/	/	/
0.322	/	/	/	/	/	/	/	/
0.307	/	/	/	/	/	/	/	/
0.293	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.223	1.233	1.243	1.253	1.263	1.273	1.283	1.294

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

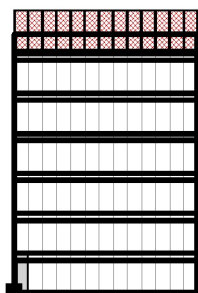
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

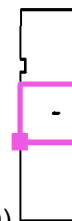
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	2.37	2.43	2.50	2.57	2.63	2.70	2.77	2.84	2.91	2.98
<b>0.250</b>	1.48	1.48	1.57	1.57	1.67	1.67	2.13	2.19	2.26	2.32
<b>0.236</b>	1.48	1.48	1.57	1.57	1.67	1.67	1.32	1.36	1.40	1.45
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.005</b>	<b>0.015</b>	<b>0.025</b>	<b>0.036</b>	<b>0.046</b>	<b>0.056</b>	<b>0.066</b>	<b>0.076</b>	<b>0.086</b>	<b>0.096</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

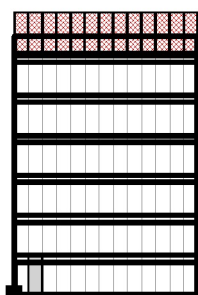
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

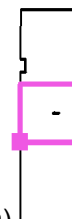
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	3.06	3.13	3.20	3.26	3.33	3.39	3.45	3.51	3.55	3.70
<b>0.250</b>	2.39	2.45	2.52	2.58	2.65	2.72	2.78	2.85	2.91	2.97
<b>0.236</b>	1.50	1.54	1.59	1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.90	1.95
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.107</b>	<b>0.117</b>	<b>0.127</b>	<b>0.137</b>	<b>0.147</b>	<b>0.157</b>	<b>0.167</b>	<b>0.178</b>	<b>0.188</b>	<b>0.198</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

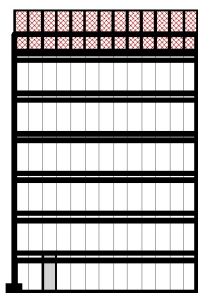
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



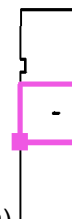
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	3.86	4.03	4.21	4.40	4.60	4.81	5.03	5.26	5.90	5.90
<b>0.250</b>	3.02	3.07	3.15	3.30	3.46	3.63	3.80	3.99	4.19	4.39
<b>0.236</b>	2.00	2.05	2.10	2.14	2.18	2.22	2.32	2.44	2.57	2.70
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.208</b>	<b>0.218</b>	<b>0.228</b>	<b>0.238</b>	<b>0.249</b>	<b>0.259</b>	<b>0.269</b>	<b>0.279</b>	<b>0.289</b>	<b>0.299</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

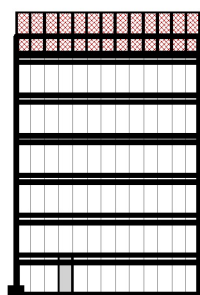
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

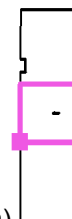
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	6.02	6.29	6.54	6.79	7.05	7.31	7.58	7.84	8.10	8.36
<b>0.250</b>	4.61	4.84	5.08	5.33	5.59	5.85	6.13	6.41	6.69	6.98
<b>0.236</b>	2.85	3.00	3.16	3.33	3.51	3.70	3.90	4.10	4.32	4.54
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.309</b>	<b>0.320</b>	<b>0.330</b>	<b>0.340</b>	<b>0.350</b>	<b>0.360</b>	<b>0.370</b>	<b>0.380</b>	<b>0.391</b>	<b>0.401</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

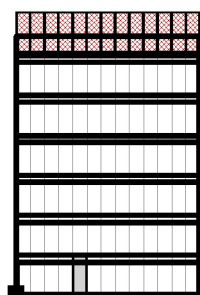
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

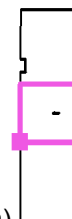
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	8.60	8.82	9.01	9.15	9.24	9.27	9.78	10	11	11
<b>0.250</b>	7.25	7.52	7.76	7.96	8.11	8.19	8.19	8.34	8.84	9.35
<b>0.236</b>	4.76	4.98	5.20	5.41	5.60	5.76	5.88	5.94	5.91	6.20
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.411</b>	<b>0.421</b>	<b>0.431</b>	<b>0.441</b>	<b>0.451</b>	<b>0.462</b>	<b>0.472</b>	<b>0.482</b>	<b>0.492</b>	<b>0.502</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

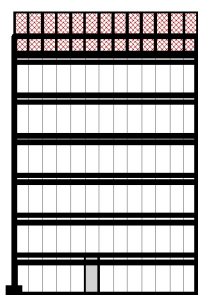
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

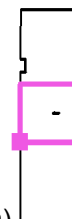
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	11	11	11
<b>0.250</b>	9.83	10	11	11	11	11	11	11	11	10
<b>0.236</b>	6.62	7.04	7.45	7.83	8.16	8.40	8.52	8.55	8.63	8.45
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>0.523</b>	<b>0.533</b>	<b>0.543</b>	<b>0.553</b>	<b>0.563</b>	<b>0.573</b>	<b>0.583</b>	<b>0.594</b>	<b>0.604</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

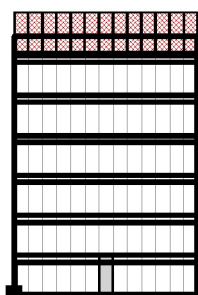
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

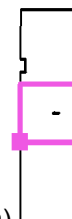
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	9.78	9.18	8.80	8.13	7.16	5.87	4.28	2.46	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.250</b>	9.76	8.85	8.55	7.98	7.06	5.81	4.24	2.43	0.48	<u>0.00</u>
<b>0.236</b>	8.04	7.36	6.72	6.26	5.54	4.53	3.28	1.85	0.36	<u>0.00</u>
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.614</b>	<b>0.624</b>	<b>0.634</b>	<b>0.644</b>	<b>0.654</b>	<b>0.665</b>	<b>0.675</b>	<b>0.685</b>	<b>0.695</b>	<b>0.705</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

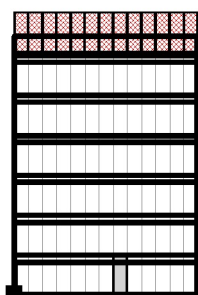
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

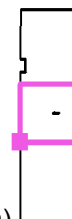
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.250</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.236</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.715</b>	<b>0.725</b>	<b>0.736</b>	<b>0.746</b>	<b>0.756</b>	<b>0.766</b>	<b>0.776</b>	<b>0.786</b>	<b>0.796</b>	<b>0.807</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

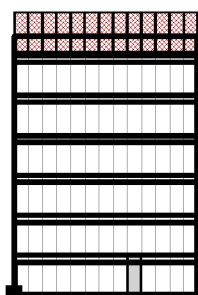
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

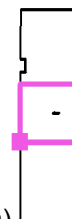
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.250</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.236</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.817</b>	<b>0.827</b>	<b>0.837</b>	<b>0.847</b>	<b>0.857</b>	<b>0.867</b>	<b>0.878</b>	<b>0.888</b>	<b>0.898</b>	<b>0.908</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

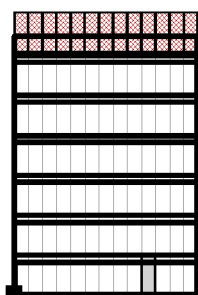
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

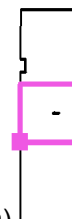
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.250</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.236</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.918</b>	<b>0.928</b>	<b>0.939</b>	<b>0.949</b>	<b>0.959</b>	<b>0.969</b>	<b>0.979</b>	<b>0.989</b>	<b>0.999</b>	<b>1.010</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

$E_{min} / E_m$   
0.000

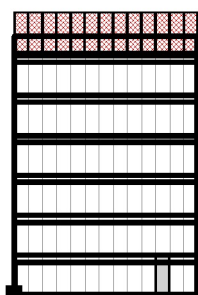
$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°



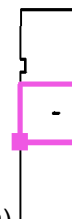
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.264	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.236	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.207	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.193	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.164	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.150	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.122	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.107	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.093	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.064	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.050	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.021	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.007	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.081	1.091	1.101	1.111

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

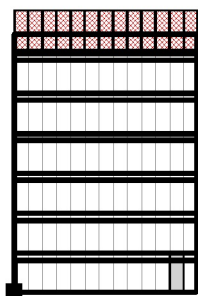
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

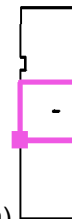
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.279	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.264	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.236	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.222	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.207	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.193	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.179	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.164	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.150	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.136	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.122	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.107	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.093	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.079	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.064	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.050	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.036	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.021	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.007	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.121	1.131	1.141	1.152	1.162	1.172	1.182	1.192	1.202	1.212

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

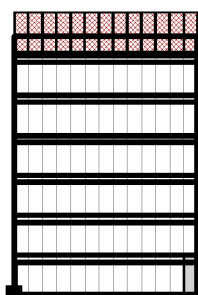
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

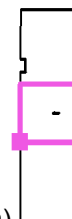
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.279</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.264</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.250</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.236</b>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>
<b>0.222</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.207</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.193</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.179</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.164</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.150</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.136</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.122</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.107</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.093</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.079</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.064</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.050</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.036</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.021</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.007</b>	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>1.223</b>	<b>1.233</b>	<b>1.243</b>	<b>1.253</b>	<b>1.263</b>	<b>1.273</b>	<b>1.283</b>	<b>1.294</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
2.36

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
12

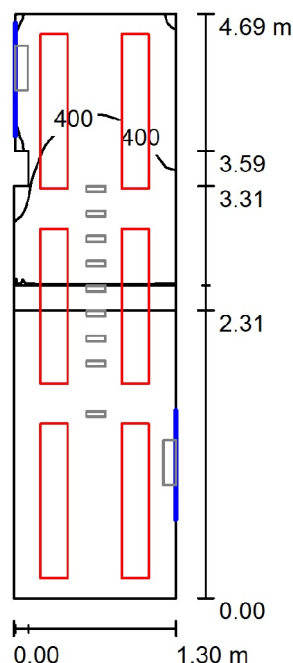
$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Rotación: 0.0°

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:61

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	190	0.51	463	0.003
Pisos (48)	20	148	0.21	667	/
Techo	70	34	25	40	0.726
Paredes (8)	50	169	0.27	978	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC (1.000)	1850	1850	23.0
Total:			11100	11100	138.0

Valor de eficiencia energética:  $22.78 \text{ W/m}^2 = 12.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $6.06 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11100 lm  
Potencia total: 138.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	142	48	190	/	/
Superficie de cálculo 7	10	49	59	/	/
Suelo	194	71	265	20	17
Suelo_1	0.03	0.72	0.76	20	0.05
Suelo_2	0.00	20	20	20	1.30
Suelo	185	59	244	20	16
Suelo	0.00	18	18	20	1.16
Suelo	14	57	71	20	4.55
Suelo	0.00	0.50	0.50	20	0.03
Suelo	212	66	279	20	18
Suelo	20	59	79	20	5.06
Suelo	0.00	16	16	20	0.99
Suelo	0.00	0.46	0.46	20	0.03
Suelo	0.00	0.51	0.51	20	0.03
Suelo	241	72	313	20	20
Suelo	28	66	94	20	5.97
Suelo	0.00	0.93	0.93	20	0.06
Suelo	0.00	0.36	0.36	20	0.02
Suelo	271	80	351	20	22
Suelo	38	71	109	20	6.94
Suelo	0.00	17	17	20	1.07
Suelo	0.00	0.75	0.75	20	0.05
Suelo	0.00	0.74	0.74	20	0.05
Suelo	306	85	391	20	25
Suelo	49	80	129	20	8.20
Suelo	0.00	0.86	0.86	20	0.05
Suelo	0.00	0.50	0.50	20	0.03
Suelo	338	92	430	20	27

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Escaleras / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Suelo	0.00	20	20	20	1.29
Suelo	63	87	150	20	9.53
Suelo	0.00	0.88	0.88	20	0.06
Suelo	0.00	0.78	0.78	20	0.05
Suelo	371	99	470	20	30
Suelo	0.00	32	32	20	2.01
Suelo	79	95	174	20	11
Suelo	0.00	1.01	1.01	20	0.06
Suelo	0.00	0.60	0.60	20	0.04
Suelo	468	131	599	20	38
Suelo	0.00	19	19	20	1.19
Suelo	95	105	200	20	13
Suelo	0.00	1.03	1.03	20	0.07
Suelo	400	109	510	20	32
Suelo	0.00	3.82	3.82	20	0.24
Suelo	0.00	47	47	20	3.00
Suelo	0.00	1.45	1.45	20	0.09
Suelo	0.00	0.51	0.51	20	0.03
Suelo	404	141	545	20	35
Suelo	113	118	231	20	15
Suelo	0.00	19	19	20	1.18
Suelo	0.00	0.36	0.36	20	0.02
Techo	0.00	34	34	70	7.56
Pared 1	52	86	139	50	22
Pared 2	119	86	205	50	33
Pared 3	70	79	150	50	24
Pared 4	96	76	172	50	27
Pared 5	78	65	143	50	23
Pared 6	89	74	163	50	26
Pared 7	104	80	184	50	29
Pared 8	107	84	192	50	31

Simetrías en el plano útil

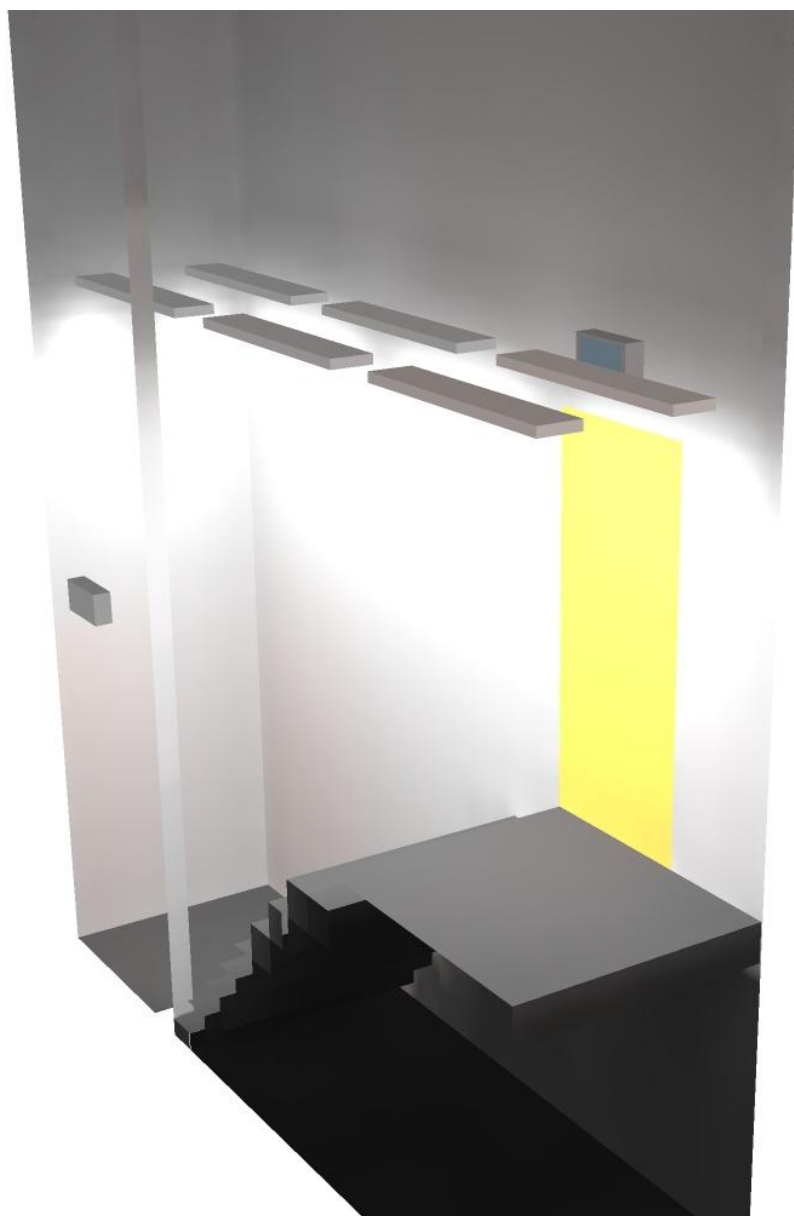
$E_{\min} / E_m$ : 0.003 (1:371)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.001 (1:906)

Valor de eficiencia energética: 22.78 W/m<sup>2</sup> = 12.02 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 6.06 m<sup>2</sup>)

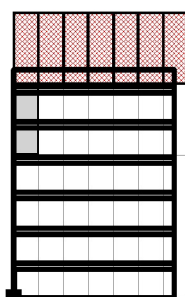
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D



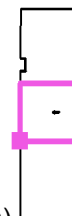
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.672	39	39	39	39	43	43	43	43	54	54
1.644	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.387	64	64	64	64	64	64	64	64	65	65
1.358	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.010	0.030	0.051	0.071	0.091	0.112	0.132	0.152	0.172	0.193

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

$E_{min} / E_m$   
0.299

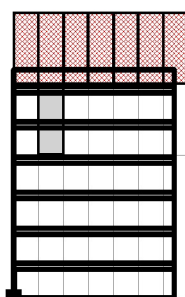
$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°



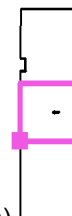
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.672	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
1.644	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.387	65	65	65	65	65	65	66	66	66	66
1.358	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.213	0.233	0.254	0.274	0.294	0.315	0.335	0.355	0.375	0.396

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

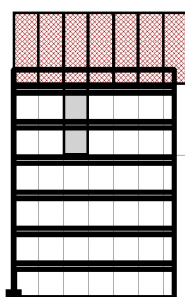
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

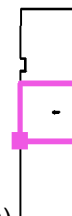
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.672	50	50	50	50	38	38	38	38	38	38
1.644	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.387	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
1.358	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.416	0.436	0.457	0.477	0.497	0.517	0.538	0.558	0.578	0.599

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

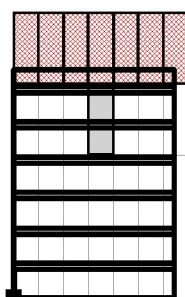
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

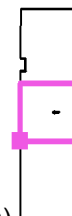
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.672	38	38	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>18</u>	21	21	21	21
1.644	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.387	65	65	44	44	44	44	44	44	44	44
1.358	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.619	0.639	0.659	0.680	0.700	0.720	0.741	0.761	0.781	0.802

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

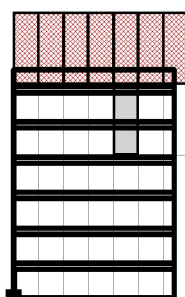
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

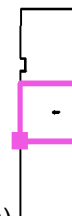
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.672	33	33	33	33	33	33	33	33	29	29
1.644	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.387	46	46	46	46	42	42	42	42	44	44
1.358	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.822	0.842	0.862	0.883	0.903	0.923	0.944	0.964	0.984	1.004

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

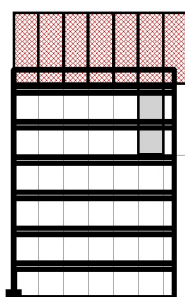
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

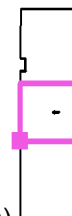
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.672	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28
1.644	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.387	44	44	40	40	40	40	41	41	41	41
1.358	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.025	1.045	1.065	1.086	1.106	1.126	1.146	1.167	1.187	1.207

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

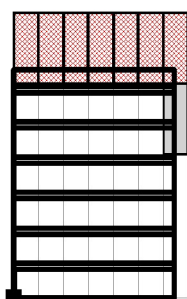
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

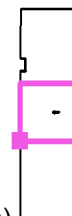
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.701	/	/	/	/
1.672	24	24	24	24
1.644	/	/	/	/
1.615	/	/	/	/
1.587	/	/	/	/
1.558	/	/	/	/
1.530	/	/	/	/
1.501	/	/	/	/
1.472	/	/	/	/
1.444	/	/	/	/
1.415	/	/	/	/
1.387	45	45	45	45
1.358	/	/	/	/
1.329	/	/	/	/
1.301	/	/	/	/
1.272	/	/	/	/
1.244	/	/	/	/
1.215	/	/	/	/
1.186	/	/	/	/
1.158	/	/	/	/
m	1.228	1.248	1.268	1.289

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

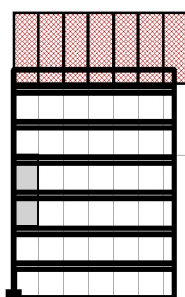
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

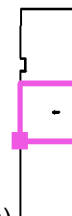
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.101	68	68	68	68	72	72	65	65	69	69
1.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.044	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.986	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.958	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.901	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.843	79	79	81	81	84	84	77	77	82	82
0.815	79	79	81	81	84	84	77	77	82	82
0.786	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.758	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.729	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.672	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.643	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.586	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.010	0.030	0.051	0.071	0.091	0.112	0.132	0.152	0.172	0.193

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

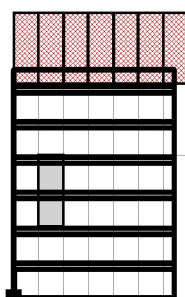
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

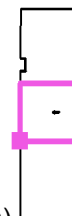
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.101	69	69	72	72	65	65	70	70	70	70
1.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.044	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.986	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.958	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.901	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.843	82	82	84	84	76	76	84	84	84	84
0.815	82	82	84	84	76	76	84	84	84	84
0.786	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.758	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.729	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.672	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.643	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.586	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.213	0.233	0.254	0.274	0.294	0.315	0.335	0.355	0.375	0.396

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

$E_{min} / E_m$   
0.299

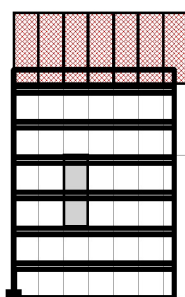
$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°



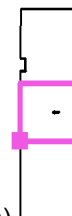
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.101	73	73	66	66	70	70	70	70	73	73
1.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.044	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.986	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.958	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.901	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.843	88	88	80	80	84	84	84	84	86	86
0.815	88	88	80	80	84	84	84	84	86	86
0.786	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.758	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.729	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.672	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.643	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.586	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.416	0.436	0.457	0.477	0.497	0.517	0.538	0.558	0.578	0.599

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

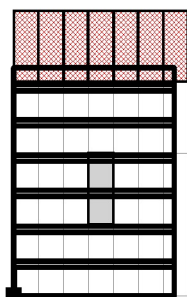
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

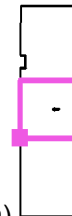
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.101	66	66	53	53	53	53	56	56	49	49
1.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.044	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.986	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.958	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.901	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.843	78	78	62	62	62	62	66	66	58	58
0.815	78	78	62	62	62	62	66	66	58	58
0.786	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.758	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.729	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.672	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.643	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.586	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.619	0.639	0.659	0.680	0.700	0.720	0.741	0.761	0.781	0.802

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

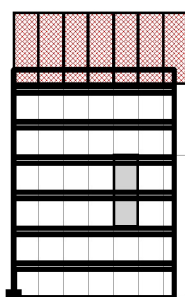
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

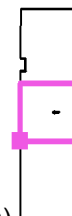
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.101	53	53	53	53	55	55	48	48	49	49
1.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.044	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.986	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.958	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.901	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.843	63	63	63	63	64	64	56	56	57	57
0.815	63	63	63	63	64	64	56	56	57	57
0.786	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.758	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.729	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.672	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.643	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.586	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.822	0.842	0.862	0.883	0.903	0.923	0.944	0.964	0.984	1.004

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

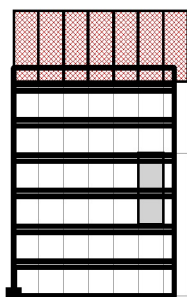
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

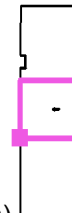
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

1.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.101	49	49	51	51	45	45	47	47	47	47
1.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.044	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1.015	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.986	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.958	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.901	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.843	57	57	60	60	53	53	60	60	60	60
0.815	57	57	60	60	53	53	60	60	60	60
0.786	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.758	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.729	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.672	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.643	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.615	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.586	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.025	1.045	1.065	1.086	1.106	1.126	1.146	1.167	1.187	1.207

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

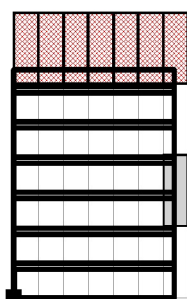
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

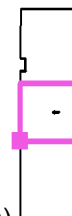
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>1.129</b>	/	/	/	/
<b>1.101</b>	47	47	41	41
<b>1.072</b>	/	/	/	/
<b>1.044</b>	/	/	/	/
<b>1.015</b>	/	/	/	/
<b>0.986</b>	/	/	/	/
<b>0.958</b>	/	/	/	/
<b>0.929</b>	/	/	/	/
<b>0.901</b>	/	/	/	/
<b>0.872</b>	/	/	/	/
<b>0.843</b>	59	59	53	53
<b>0.815</b>	59	59	53	53
<b>0.786</b>	/	/	/	/
<b>0.758</b>	/	/	/	/
<b>0.729</b>	/	/	/	/
<b>0.700</b>	/	/	/	/
<b>0.672</b>	/	/	/	/
<b>0.643</b>	/	/	/	/
<b>0.615</b>	/	/	/	/
<b>0.586</b>	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>1.228</b>	<b>1.248</b>	<b>1.268</b>	<b>1.289</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

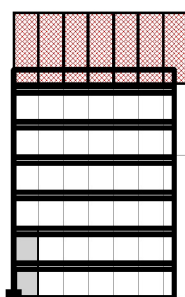
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

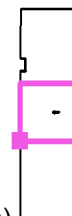
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



- sección actual
- otras secciones
- secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.557	81	81	84	84	81	81	81	81	85	85
0.529	81	81	84	84	81	81	81	81	85	85
0.500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.443	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.386	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.357	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.272	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
0.243	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
0.214	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.157	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.100	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.071	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.043	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.014	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.010	0.030	0.051	0.071	0.091	0.112	0.132	0.152	0.172	0.193

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

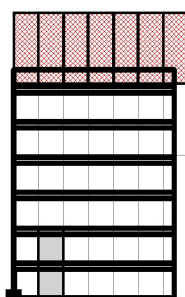
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

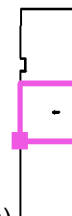
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.557	84	84	82	82	82	82	88	88	87	87
0.529	84	84	82	82	82	82	88	88	87	87
0.500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.443	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.386	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.357	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.272	52	52	52	52	52	52	56	56	56	56
0.243	52	52	52	52	52	52	56	56	56	56
0.214	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.157	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.100	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.071	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.043	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.014	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.213	0.233	0.254	0.274	0.294	0.315	0.335	0.355	0.375	0.396

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

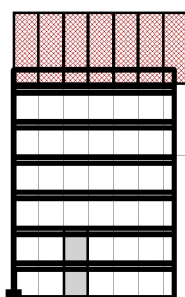
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

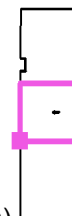
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.557</b>	85	85	84	84	<u>88</u>	<u>88</u>	87	87	84	84
<b>0.529</b>	85	85	84	84	<u>88</u>	<u>88</u>	87	87	84	84
<b>0.500</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.472</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.443</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.415</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.386</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.357</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.329</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.300</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.272</b>	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
<b>0.243</b>	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
<b>0.214</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.186</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.157</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.129</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.100</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.071</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.043</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.014</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.416</b>	<b>0.436</b>	<b>0.457</b>	<b>0.477</b>	<b>0.497</b>	<b>0.517</b>	<b>0.538</b>	<b>0.558</b>	<b>0.578</b>	<b>0.599</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

$E_{min} / E_m$   
0.299

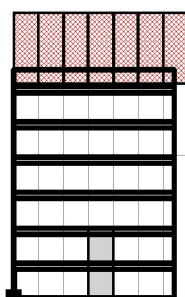
$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°



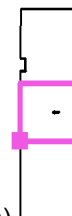
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.557</b>	84	84	68	68	67	67	65	65	65	65
<b>0.529</b>	84	84	68	68	67	67	65	65	65	65
<b>0.500</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.472</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.443</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.415</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.386</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.357</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.329</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.300</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.272</b>	56	56	33	33	33	33	33	33	33	33
<b>0.243</b>	56	56	33	33	33	33	33	33	33	33
<b>0.214</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.186</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.157</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.129</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.100</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.071</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.043</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>0.014</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>0.619</b>	<b>0.639</b>	<b>0.659</b>	<b>0.680</b>	<b>0.700</b>	<b>0.720</b>	<b>0.741</b>	<b>0.761</b>	<b>0.781</b>	<b>0.802</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

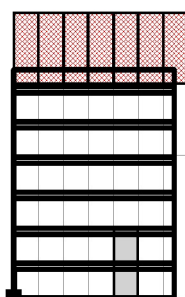
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

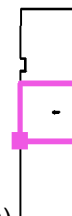
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.557	67	67	67	67	64	64	64	64	64	64
0.529	67	67	67	67	64	64	64	64	64	64
0.500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.443	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.386	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.357	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.272	33	33	33	33	33	33	33	33	28	28
0.243	33	33	33	33	33	33	33	33	28	28
0.214	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.157	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.100	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.071	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.043	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.014	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	0.822	0.842	0.862	0.883	0.903	0.923	0.944	0.964	0.984	1.004

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

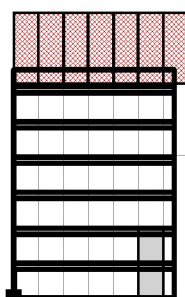
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

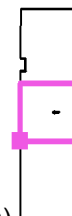
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

0.557	63	63	65	65	57	57	65	65	64	64
0.529	63	63	65	65	57	57	65	65	64	64
0.500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.472	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.443	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.415	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.386	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.357	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.329	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.272	28	28	28	28	28	28	34	34	34	34
0.243	28	28	28	28	28	28	34	34	34	34
0.214	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.186	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.157	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.129	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.100	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.071	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.043	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
0.014	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
m	1.025	1.045	1.065	1.086	1.106	1.126	1.146	1.167	1.187	1.207

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

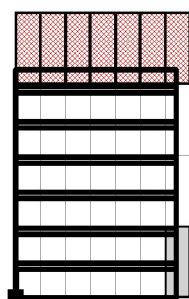
$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

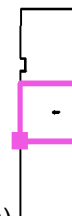
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escaleras / Alumbrado Interior / Superficie de cálculo 7 / Tabla (E, vertical)



sección actual  
 otras secciones  
 secciones sin valores

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:



(14.803 m, 5.194 m, 1.497 m)

<b>0.557</b>	69	69	74	74
<b>0.529</b>	69	69	74	74
<b>0.500</b>	/	/	/	/
<b>0.472</b>	/	/	/	/
<b>0.443</b>	/	/	/	/
<b>0.415</b>	/	/	/	/
<b>0.386</b>	/	/	/	/
<b>0.357</b>	/	/	/	/
<b>0.329</b>	/	/	/	/
<b>0.300</b>	/	/	/	/
<b>0.272</b>	43	43	60	60
<b>0.243</b>	43	43	60	60
<b>0.214</b>	/	/	/	/
<b>0.186</b>	/	/	/	/
<b>0.157</b>	/	/	/	/
<b>0.129</b>	/	/	/	/
<b>0.100</b>	/	/	/	/
<b>0.071</b>	/	/	/	/
<b>0.043</b>	/	/	/	/
<b>0.014</b>	/	/	/	/
<b>m</b>	<b>1.228</b>	<b>1.248</b>	<b>1.268</b>	<b>1.289</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
59

$E_{min}$  [lx]  
18

$E_{max}$  [lx]  
88

$E_{min} / E_m$   
0.299

$E_{min} / E_{max}$   
0.200

Rotación: 0.0°

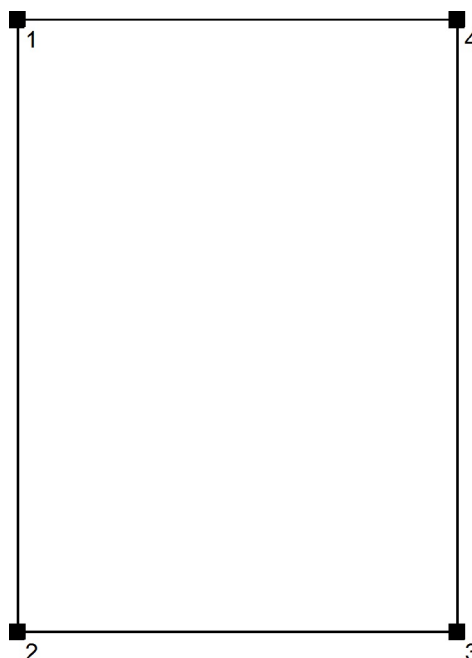
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Aseos Personal / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
 Base: 3.17 m<sup>2</sup>

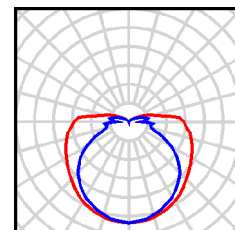


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 30.012   5.549 )	( 30.012   3.447 )	2.102
Pared 2	50	( 30.012   3.447 )	( 31.522   3.447 )	1.510
Pared 3	50	( 31.522   3.447 )	( 31.522   5.549 )	2.102
Pared 4	50	( 31.522   5.549 )	( 30.012   5.549 )	1.510

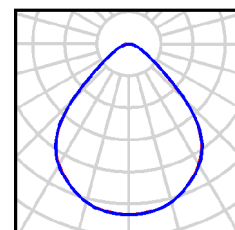
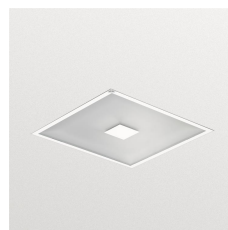
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Lista de luminarias

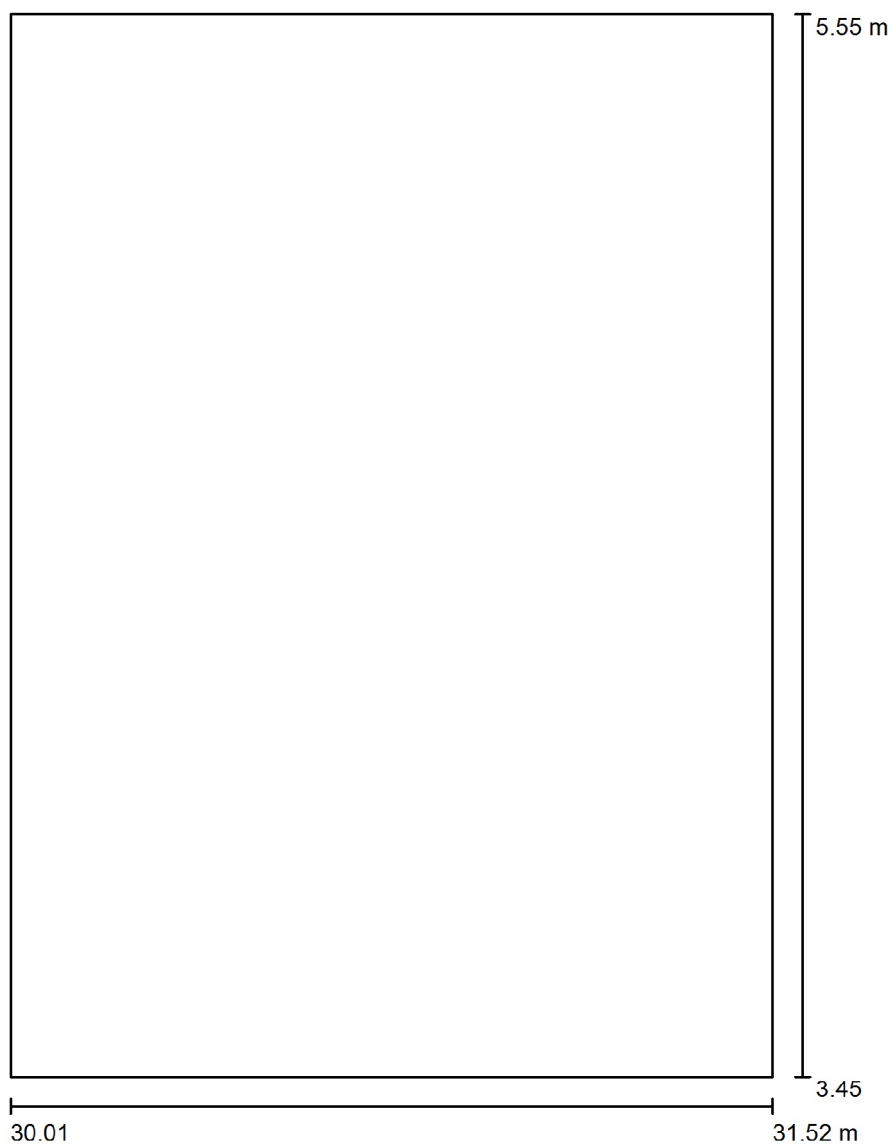
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 44.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).



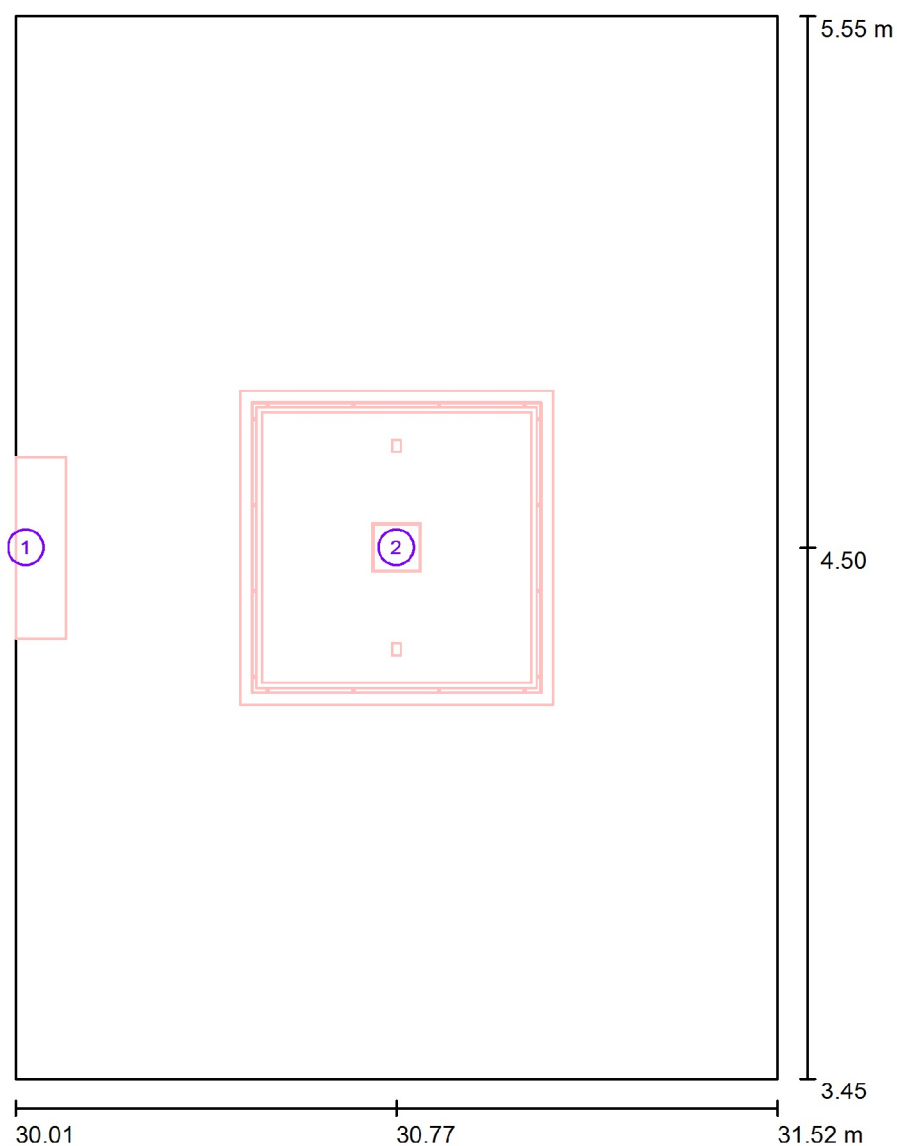
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseos Personal / Planta**

Escala 1 : 15

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Aseos Personal / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 15

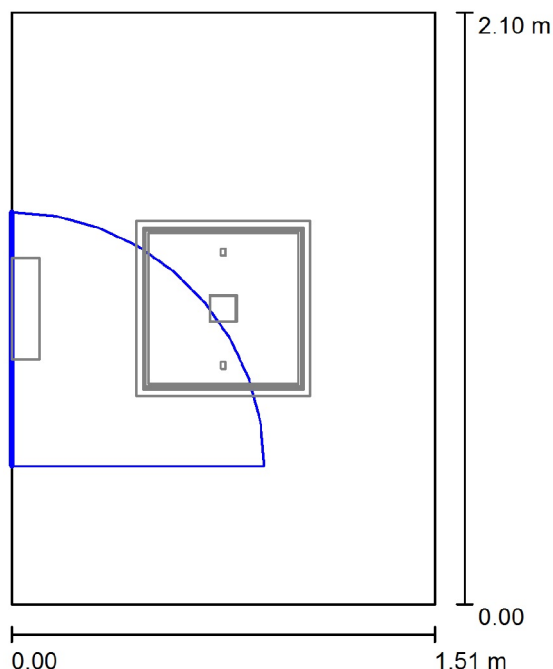
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	0.00	0.00	0.00	0.000
Suelo	20	0.00	0.00	0.00	0.000
Techo	70	0.00	0.00	0.00	0.000
Paredes (4)	50	0.00	0.00	0.00	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 1 x 1 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
Potencia total: 0.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	0.00	0.00	0.00	/	/
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Techo	0.00	0.00	0.00	70	0.00
Pared 1	0.00	0.00	0.00	50	0.00
Pared 2	0.00	0.00	0.00	50	0.00
Pared 3	0.00	0.00	0.00	50	0.00
Pared 4	0.00	0.00	0.00	50	0.00

Simetrías en el plano útil

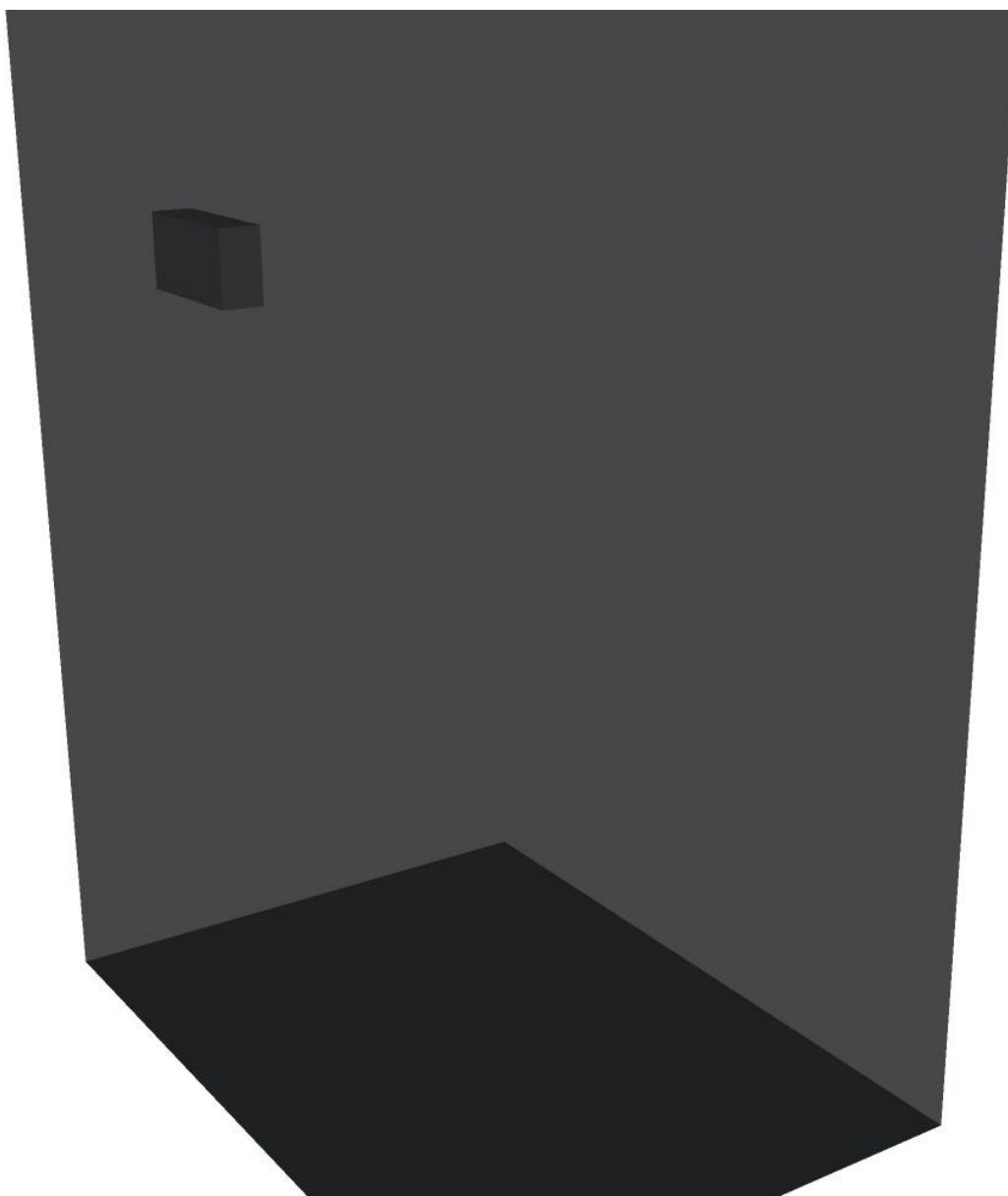
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.000

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.000

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base:  $3.17 \text{ m}^2$ )

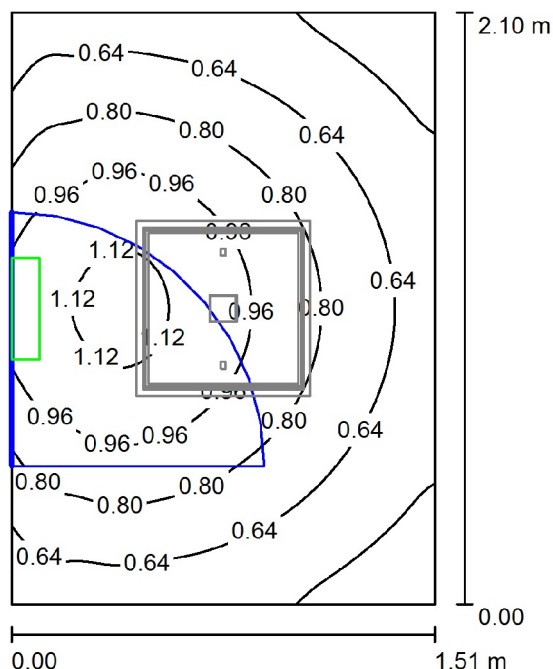
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	0.76	0.37	1.17	0.482
Suelo	20	0.38	0.28	0.45	0.734
Techo	70	1.44	0.34	4.03	0.240
Paredes (4)	50	0.59	0.01	3.11	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
Total:			23	23	2.7

Valor de eficiencia energética:  $0.85 \text{ W/m}^2 = 111.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.17 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 23 lm  
Potencia total: 2.7 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	0.76	0.00	0.76	/	/
Suelo	0.38	0.00	0.38	20	0.02
Techo	1.44	0.00	1.44	70	0.32
Pared 1	0.30	0.00	0.30	50	0.05
Pared 2	0.58	0.00	0.58	50	0.09
Pared 3	0.89	0.00	0.89	50	0.14
Pared 4	0.58	0.00	0.58	50	0.09

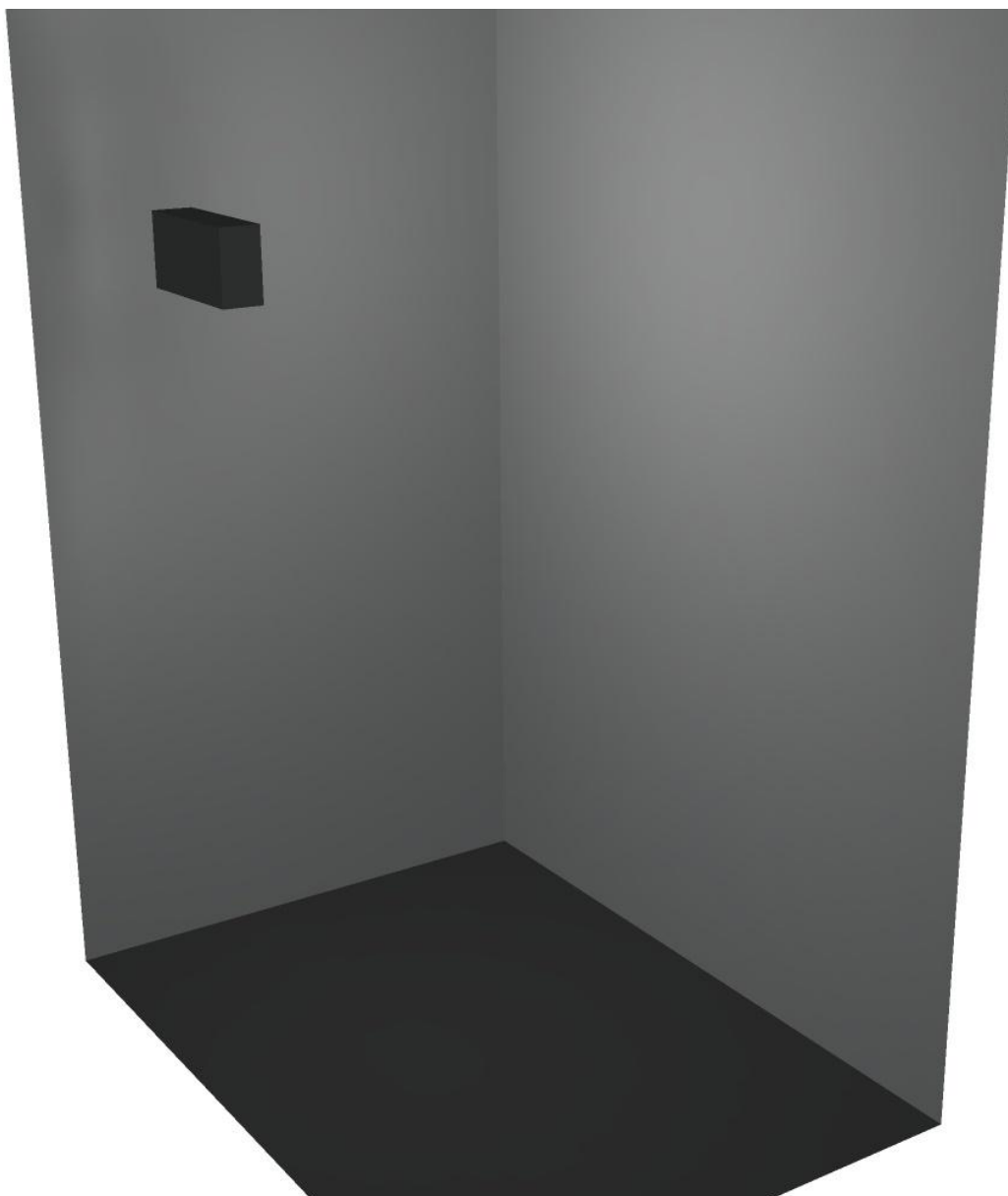
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.482 (1:2)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.313 (1:3)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.85 \text{ W/m}^2 = 111.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.17 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Personal / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Protocolo de entrada

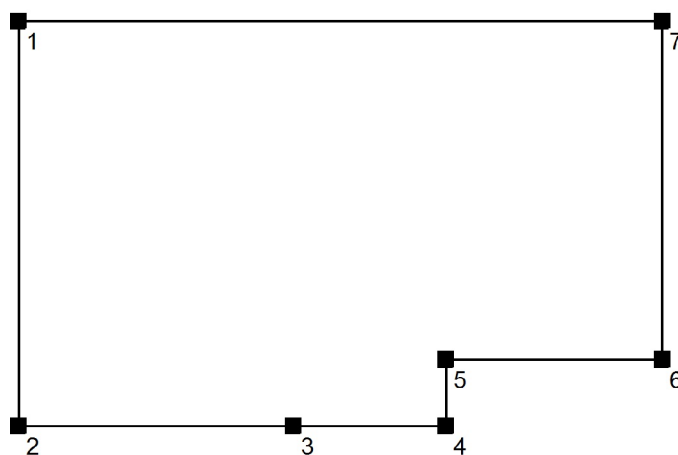
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m

Base: 13.47 m²

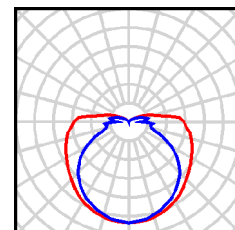


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 26.755   8.137 )	( 26.755   5.147 )	2.990
Pared 2	50	( 26.755   5.147 )	( 28.792   5.147 )	2.037
Pared 3	50	( 28.792   5.147 )	( 29.922   5.147 )	1.130
Pared 4	50	( 29.922   5.147 )	( 29.922   5.639 )	0.492
Pared 5	50	( 29.922   5.639 )	( 31.522   5.639 )	1.600
Pared 6	50	( 31.522   5.639 )	( 31.522   8.137 )	2.498
Pared 7	50	( 31.522   8.137 )	( 26.755   8.137 )	4.767

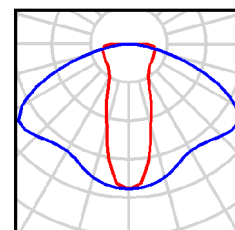
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Lista de luminarias

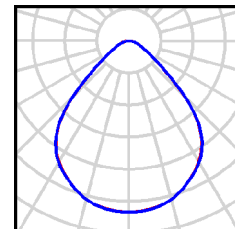
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



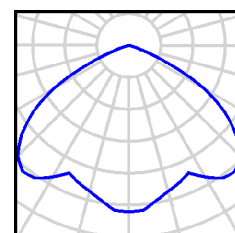
2 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 44.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).

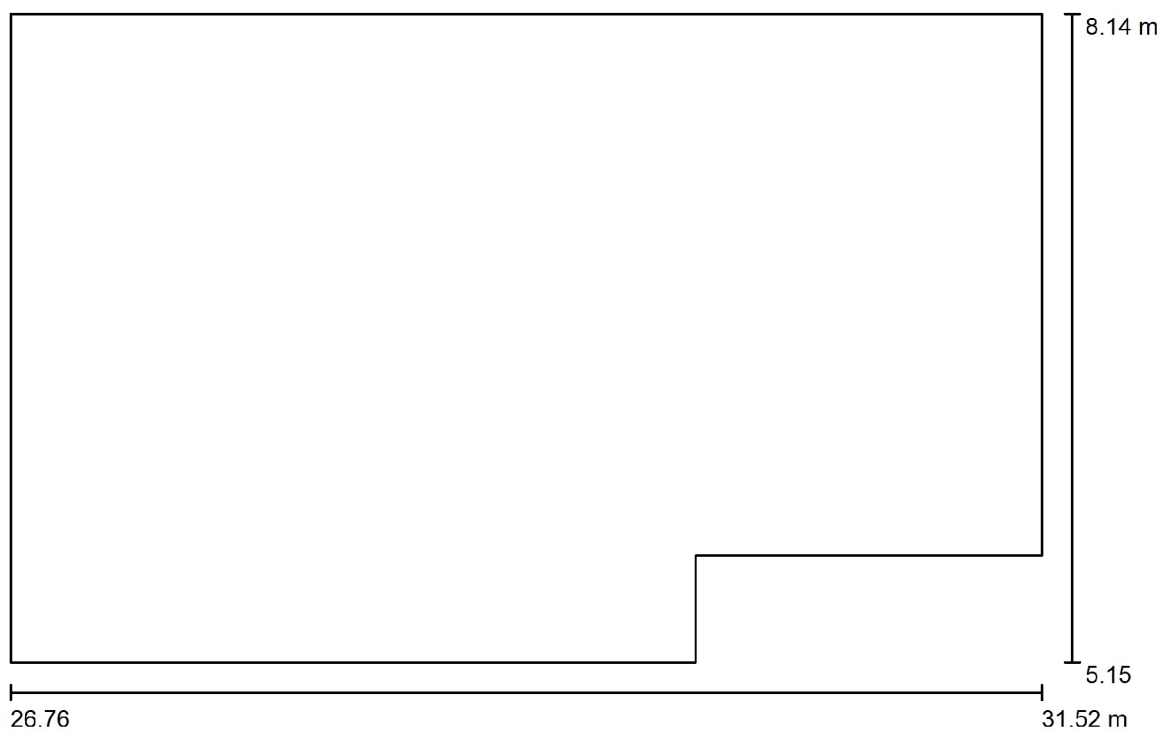


1 Pieza PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2520 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm  
Potencia de las luminarias: 90.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 49 91 100 100 62  
Lámpara: 1 x HPL-C80W (Factor de corrección 1.000).





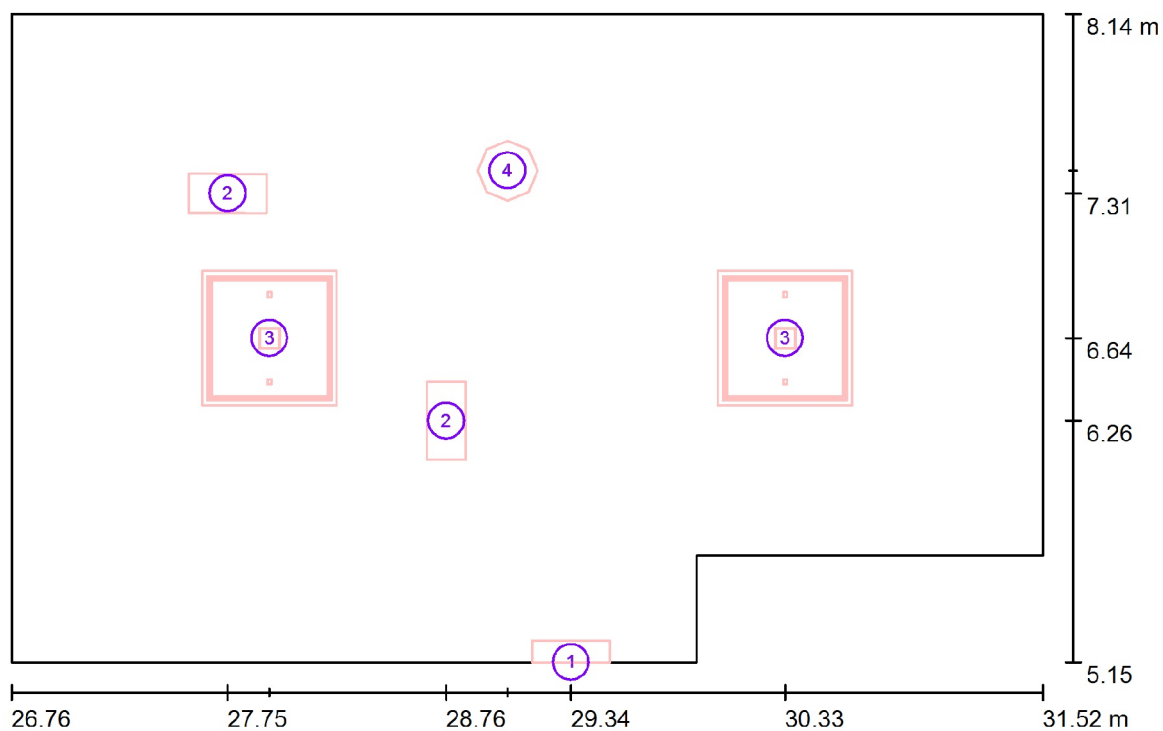
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Vestuario / Planta**

Escala 1 : 35

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Luminarias (ubicación)



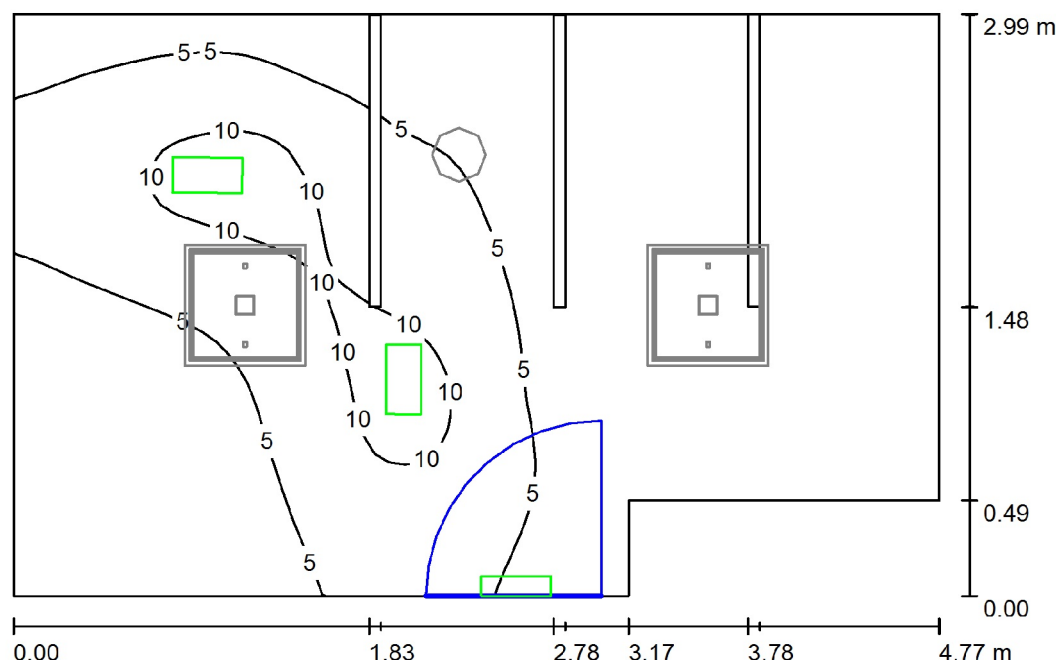
Escala 1 : 35

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	2	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	2	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO
4	1	PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	3.93	0.00	12	0.000
Suelo	20	2.63	0.00	7.23	0.000
Techo	70	0.42	0.00	4.02	0.000
Paredes (7)	50	1.88	0.00	19	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	2	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			198	605	5.5

Valor de eficiencia energética:  $0.41 \text{ W/m}^2 = 10.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.47 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 198 lm  
Potencia total: 5.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	3.93	0.00	3.93	/	/
Suelo	2.63	0.00	2.63	20	0.17
Techo	0.42	0.00	0.42	70	0.09
Pared 1	3.10	0.00	3.10	50	0.49
Pared 2	2.59	0.00	2.59	50	0.41
Pared 3	3.53	0.00	3.53	50	0.56
Pared 4	2.83	0.00	2.83	50	0.45
Pared 5	0.36	0.00	0.36	50	0.06
Pared 6	0.39	0.00	0.39	50	0.06
Pared 7	1.62	0.00	1.62	50	0.26

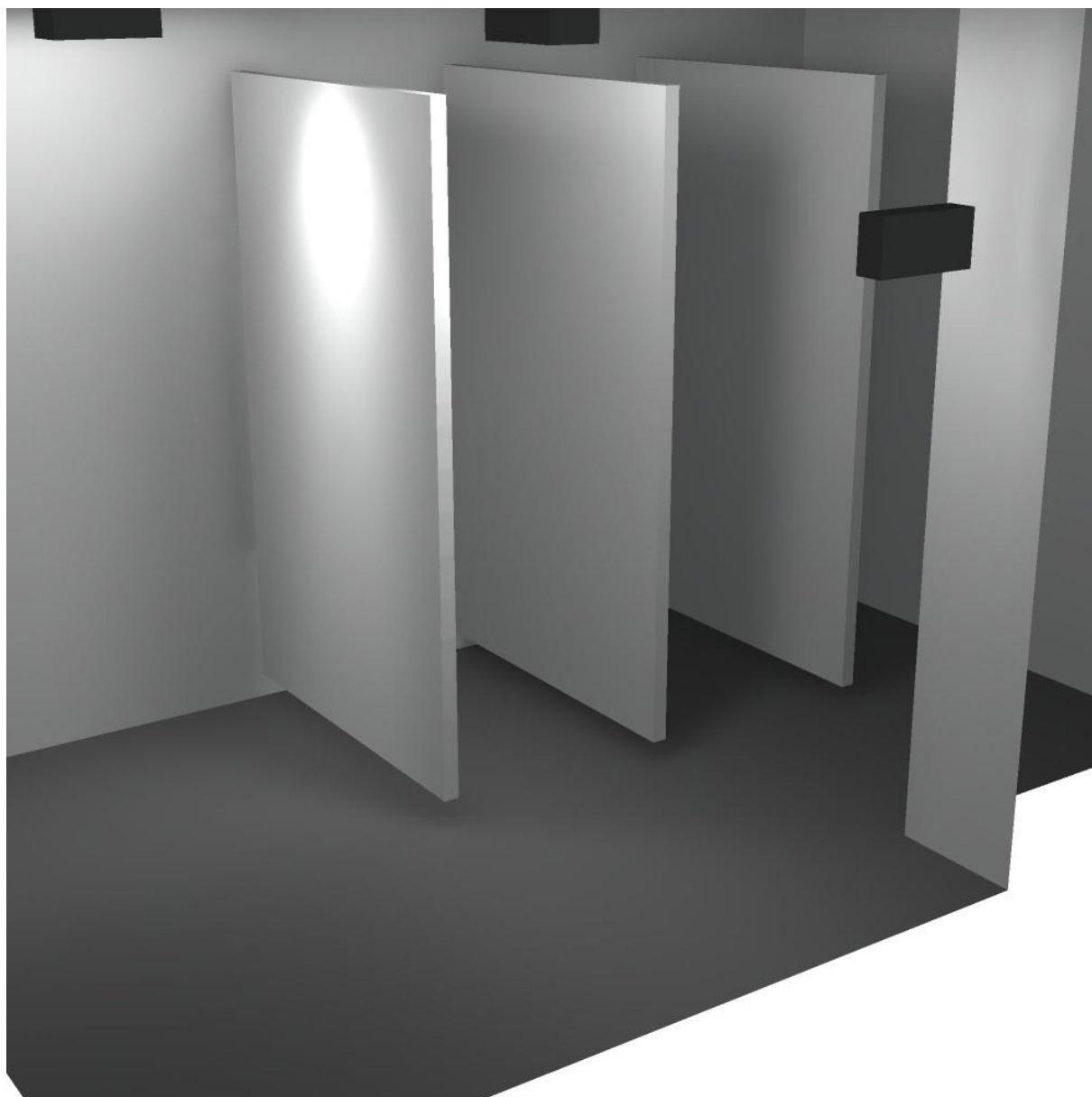
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.000  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.000

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.41 \text{ W/m}^2 = 10.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.47 \text{ m}^2$ )

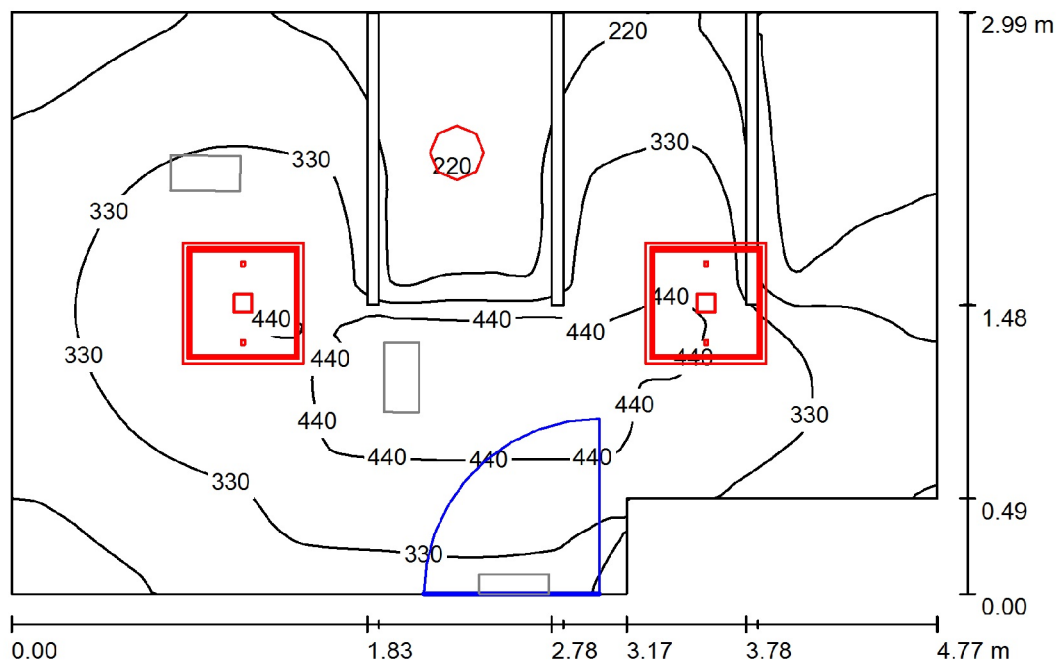
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	299	29	538	0.098
Suelo	20	210	26	378	0.126
Techo	70	70	15	155	0.220
Paredes (7)	50	124	23	592	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO (1.000)	3600	3600	44.0
2	1	PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W (1.000)	2520	4000	90.0
Total:			9720	11200	178.0

Valor de eficiencia energética:  $13.22 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.47 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 9720 lm  
Potencia total: 178.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	230	69	299	/	/
Suelo	149	61	210	20	13
Techo	0.00	70	70	70	16
Pared 1	76	62	139	50	22
Pared 2	75	62	138	50	22
Pared 3	47	59	106	50	17
Pared 4	33	67	100	50	16
Pared 5	105	57	162	50	26
Pared 6	54	42	95	50	15
Pared 7	63	54	118	50	19

Simetrías en el plano útil

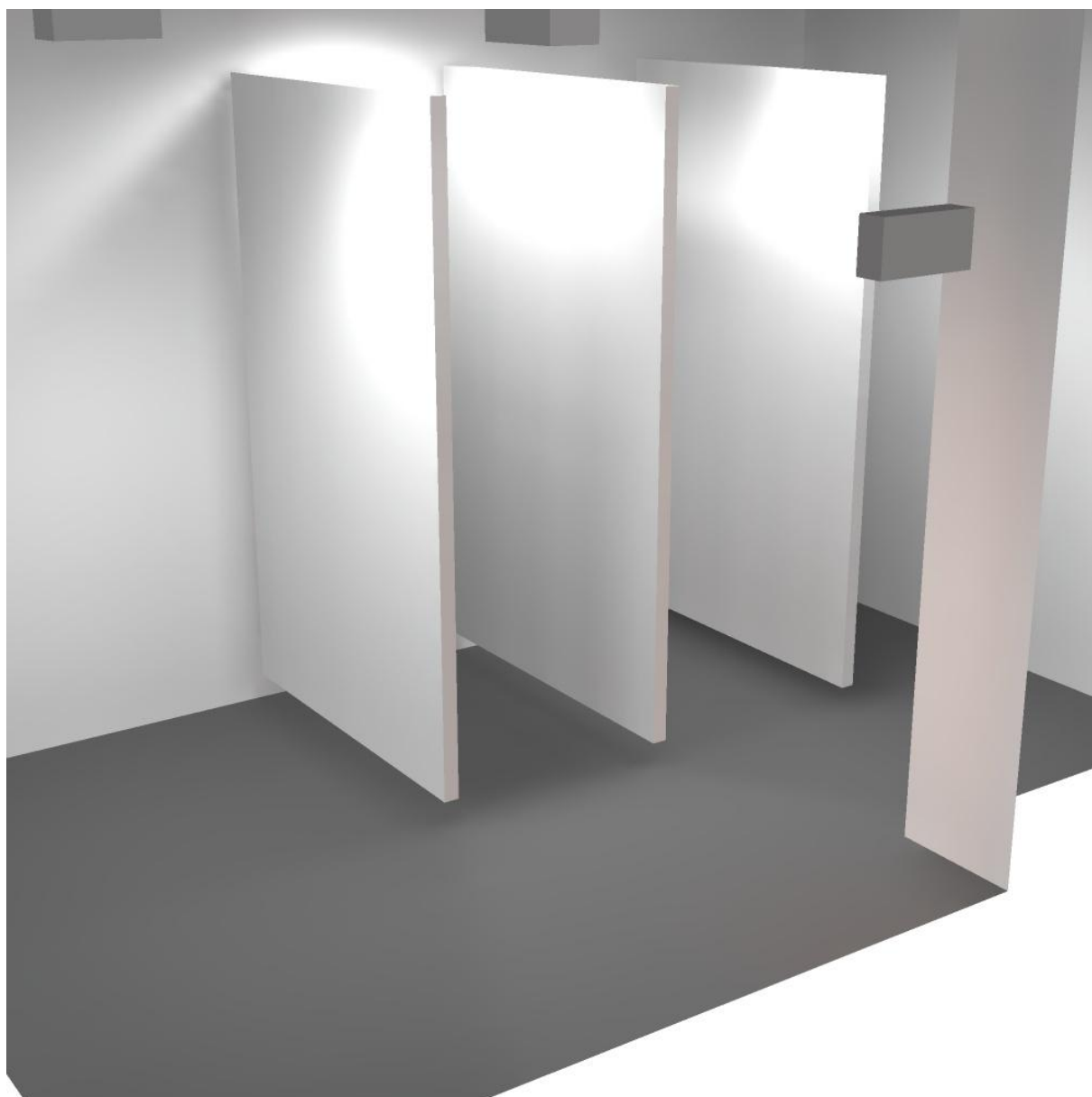
$E_{\min} / E_m$ : 0.098 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.054 (1:18)

Valor de eficiencia energética:  $13.22 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.47 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## **Vestuario / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Protocolo de entrada

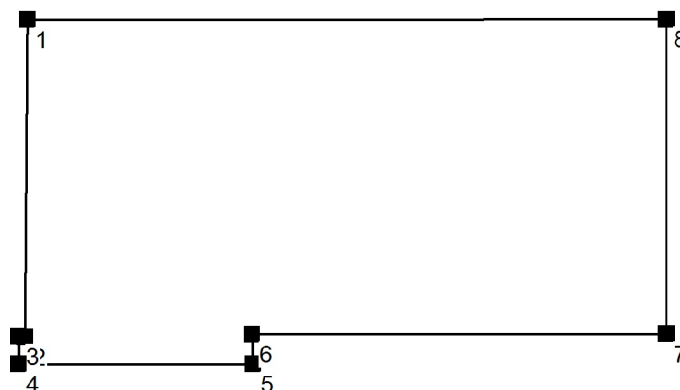
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 9.000 m

Base: 349.41 m<sup>2</sup>

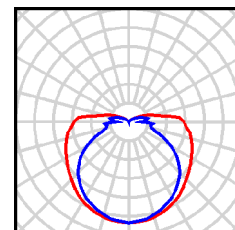


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	30	/	/	/
Techo	75	/	/	/
Pared 1	50	( 5.417   21.125 )	( 5.317   8.147 )	12.978
Pared 2	50	( 5.317   8.147 )	( 5.047   8.177 )	0.272
Pared 3	50	( 5.047   8.177 )	( 5.047   7.036 )	1.142
Pared 4	50	( 5.047   7.036 )	( 14.665   7.036 )	9.618
Pared 5	50	( 14.665   7.036 )	( 14.622   8.267 )	1.231
Pared 6	50	( 14.622   8.267 )	( 31.616   8.267 )	16.994
Pared 7	50	( 31.616   8.267 )	( 31.616   21.134 )	12.867
Pared 8	50	( 31.616   21.134 )	( 5.417   21.125 )	26.199

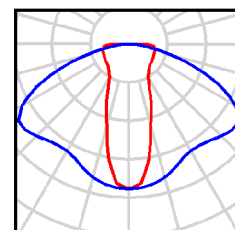
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Lista de luminarias

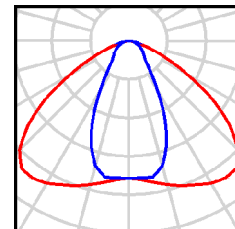
2 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



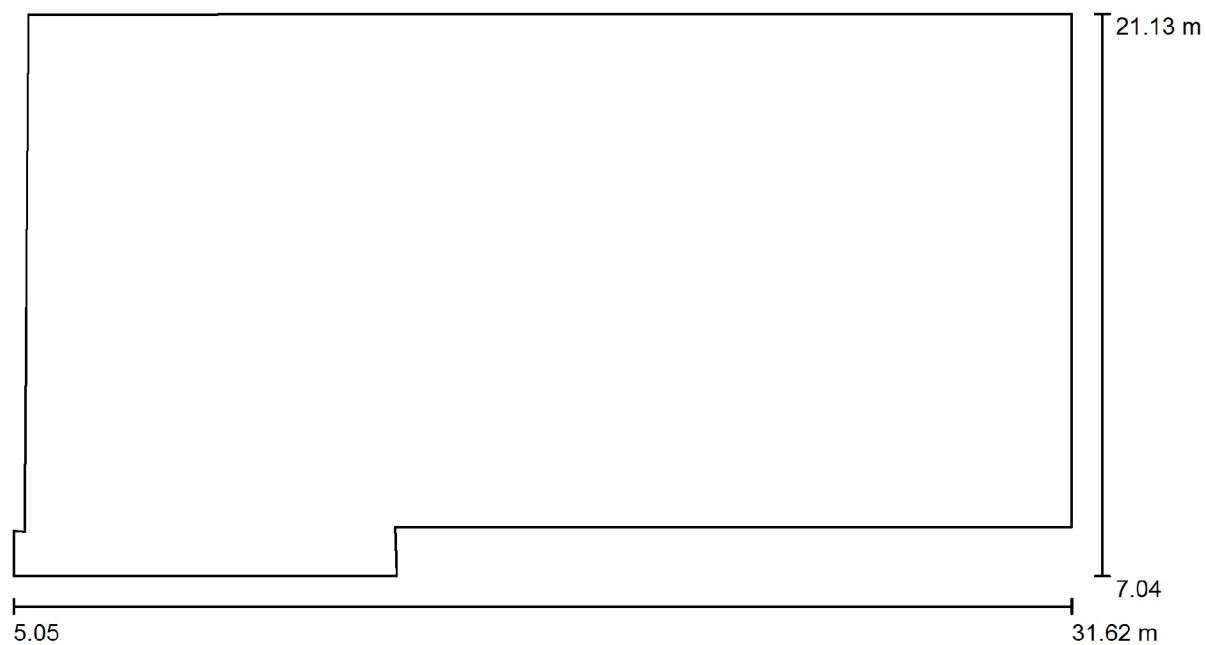
18 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



20 Pieza PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 10000 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 10000 lm  
Potencia de las luminarias: 102.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 67 92 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED100S/740/- (Factor de corrección 1.000).



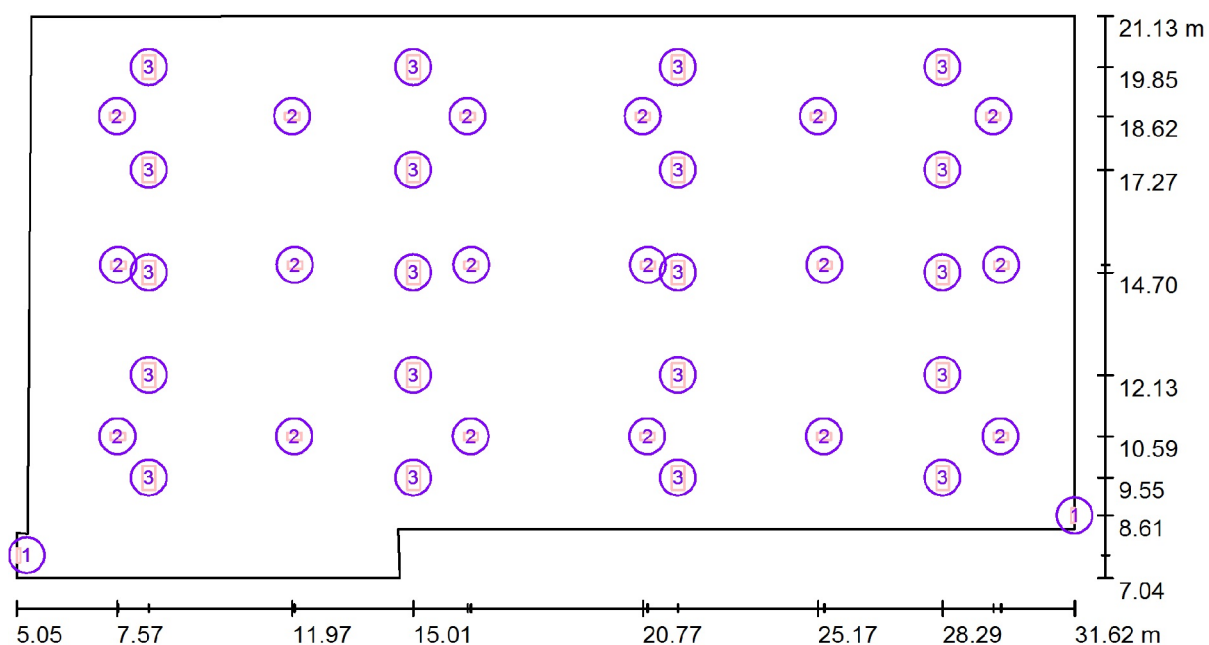
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacén / Planta**

Escala 1 : 190

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Luminarias (ubicación)



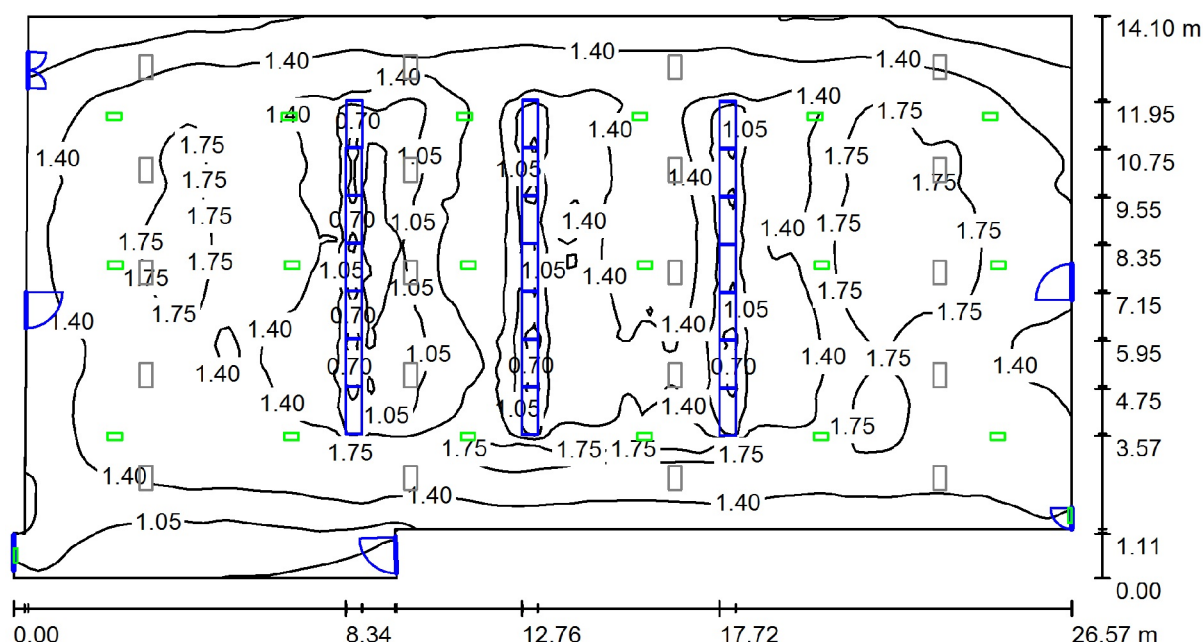
Escala 1 : 190

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	18	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	20	PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:190

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	1.39	0.31	2.07	0.223
Suelo	30	1.23	0.06	1.89	0.050
Techo	75	0.03	0.01	0.07	0.240
Paredes (8)	50	0.95	0.01	12	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	18	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			1621	5284	30.6

Valor de eficiencia energética:  $0.09 \text{ W/m}^2 = 6.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $349.41 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1621 lm  
Potencia total: 30.6 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	1.39	0.00	1.39	/	/
Suelo	1.23	0.00	1.23	30	0.12
Techo	0.03	0.00	0.03	75	0.01
Pared 1	1.23	0.00	1.23	50	0.20
Pared 2	0.54	0.00	0.54	50	0.09
Pared 3	0.48	0.00	0.48	50	0.08
Pared 4	0.66	0.00	0.66	50	0.11
Pared 5	0.32	0.00	0.32	50	0.05
Pared 6	0.90	0.00	0.90	50	0.14
Pared 7	1.32	0.00	1.32	50	0.21
Pared 8	0.82	0.00	0.82	50	0.13

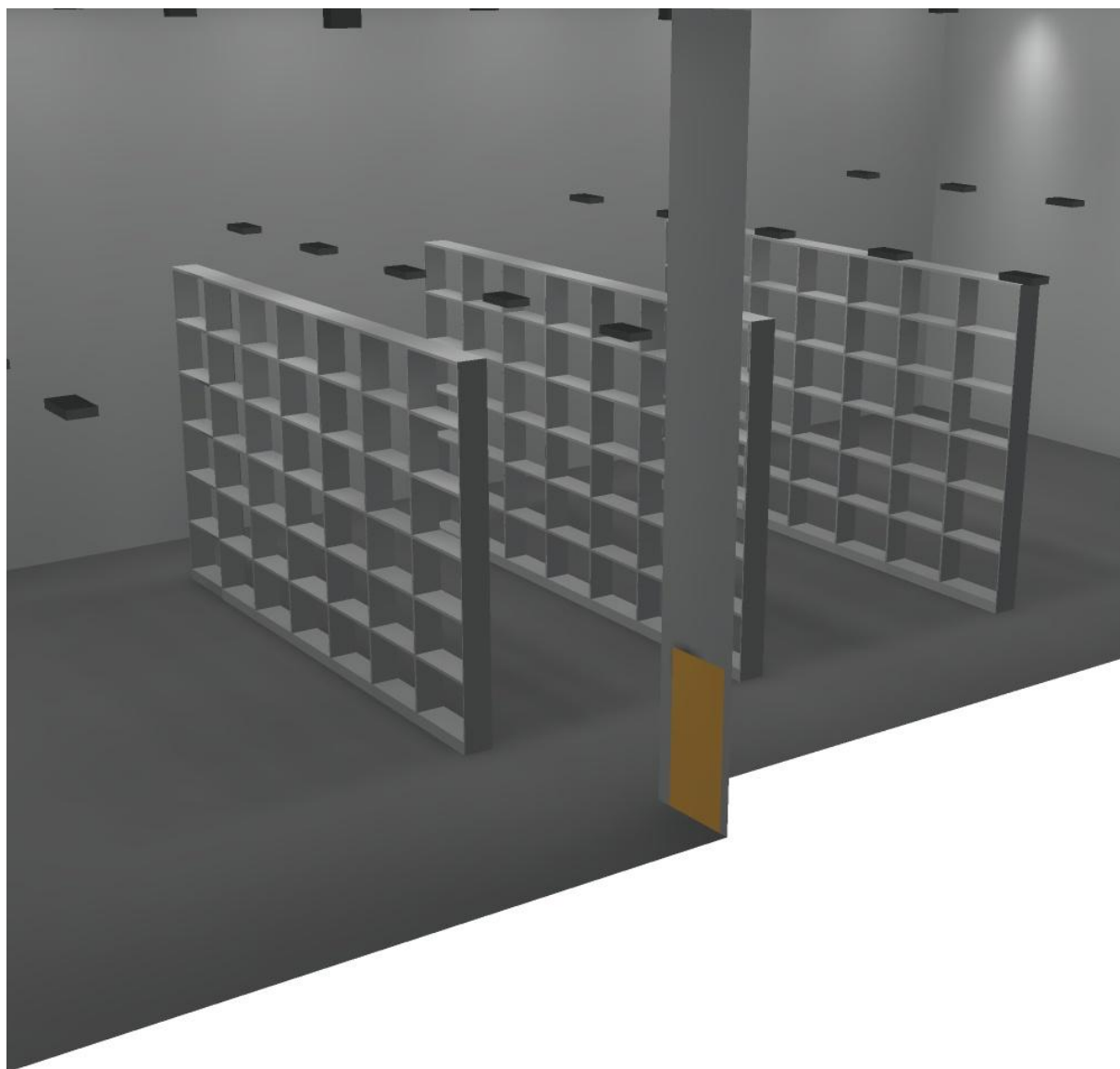
Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.223 (1:4)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.150 (1:7)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.09 \text{ W/m}^2 = 6.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $349.41 \text{ m}^2$ )

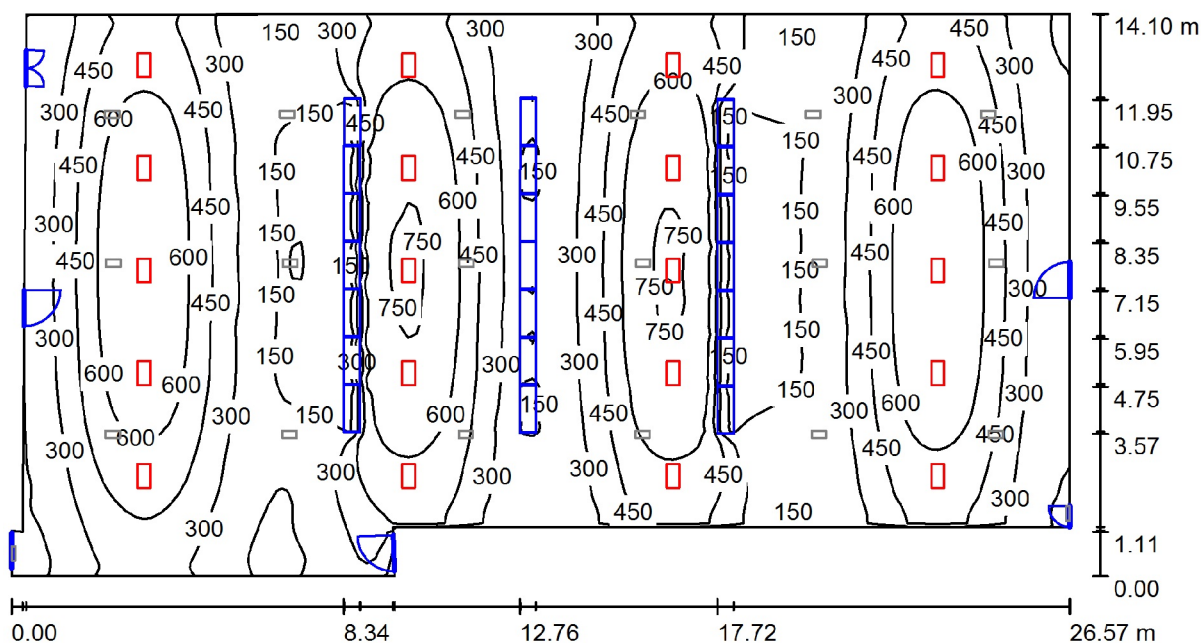
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:190

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	394	58	774	0.147
Suelo	30	368	51	662	0.139
Techo	75	90	55	121	0.610
Paredes (8)	50	144	26	1169	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC (1.000)	10000	10000	102.0
Total:			200000	200000	2040.0

Valor de eficiencia energética:  $5.84 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $349.41 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 200000 lm  
Potencia total: 2040.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	315	79	394	/	/
Suelo	286	82	368	30	35
Techo	0.00	90	90	75	22
Pared 1	29	88	116	50	19
Pared 2	0.00	39	39	50	6.14
Pared 3	6.38	54	60	50	9.55
Pared 4	47	76	123	50	20
Pared 5	2.87	62	65	50	10
Pared 6	84	90	175	50	28
Pared 7	25	88	113	50	18
Pared 8	82	88	170	50	27

Simetrías en el plano útil

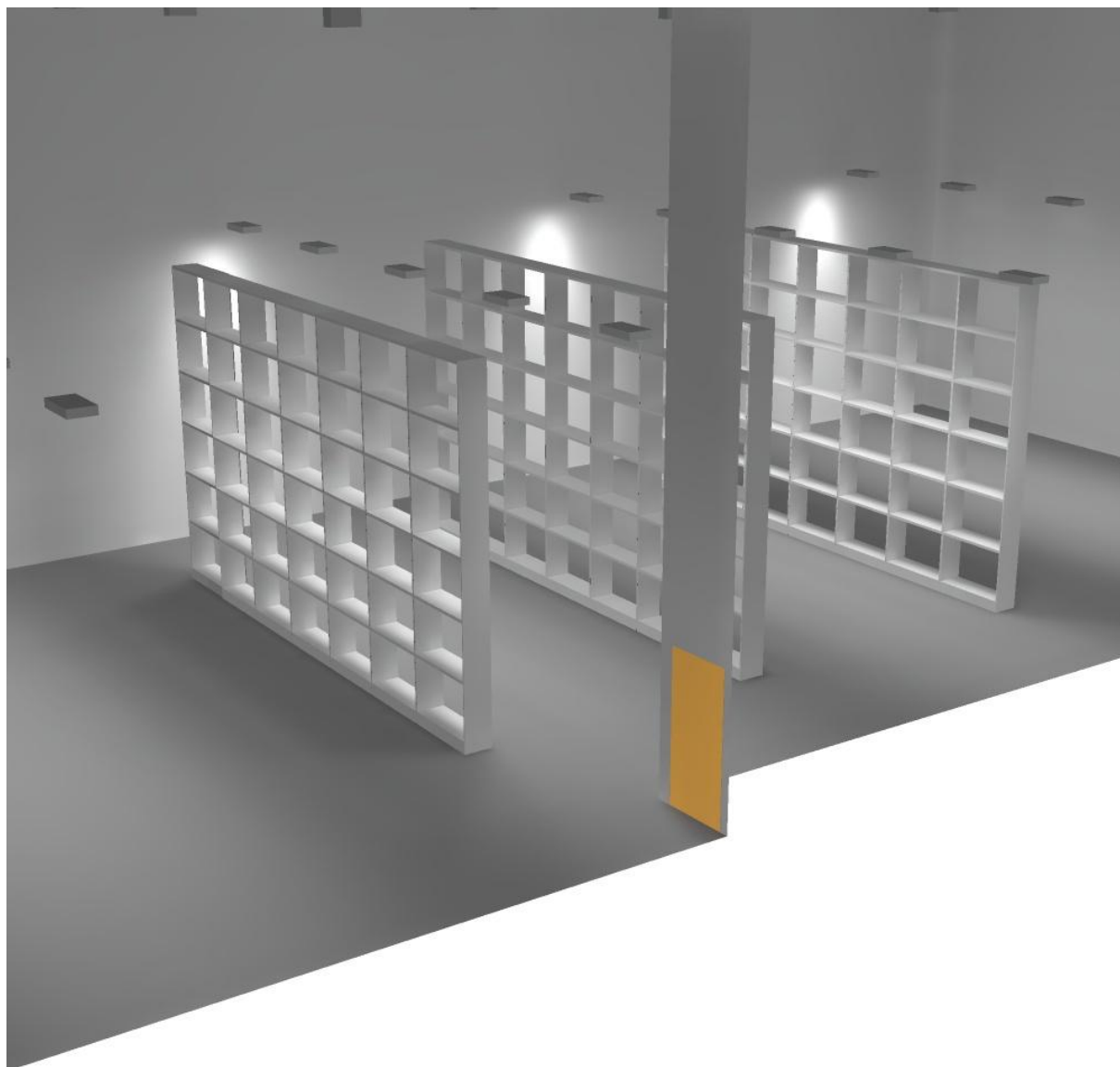
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.147 (1:7)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.075 (1:13)

Valor de eficiencia energética:  $5.84 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $349.41 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Almacen / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D



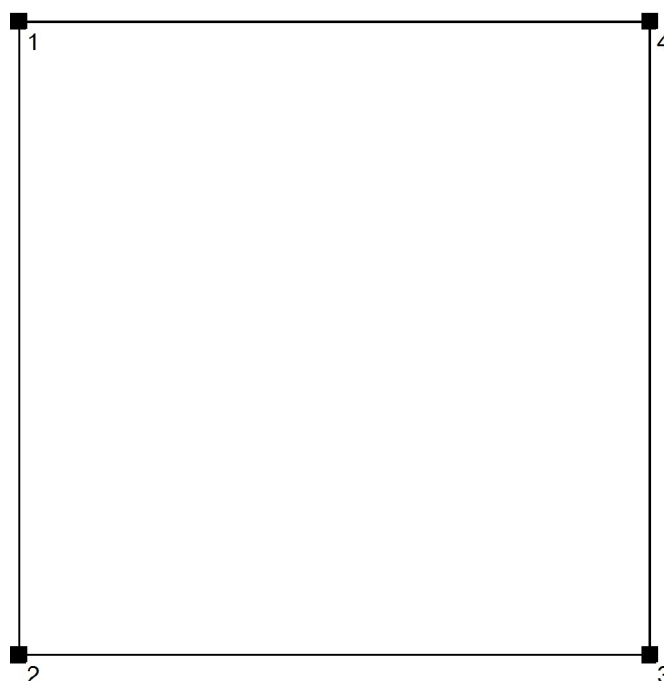
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Centro de transformación / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.500 m  
 Base: 12.25 m²

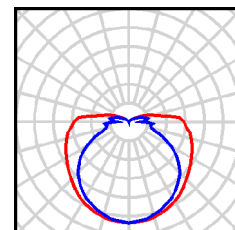


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 10.962   5.351 )	( 10.962   1.851 )	3.500
Pared 2	50	( 10.962   1.851 )	( 14.462   1.851 )	3.500
Pared 3	50	( 14.462   1.851 )	( 14.462   5.351 )	3.500
Pared 4	50	( 14.462   5.351 )	( 10.962   5.351 )	3.500

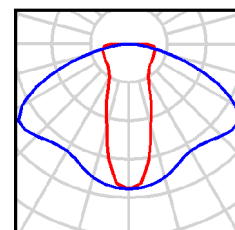
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Lista de luminarias

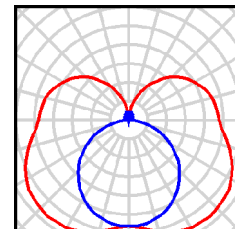
1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).



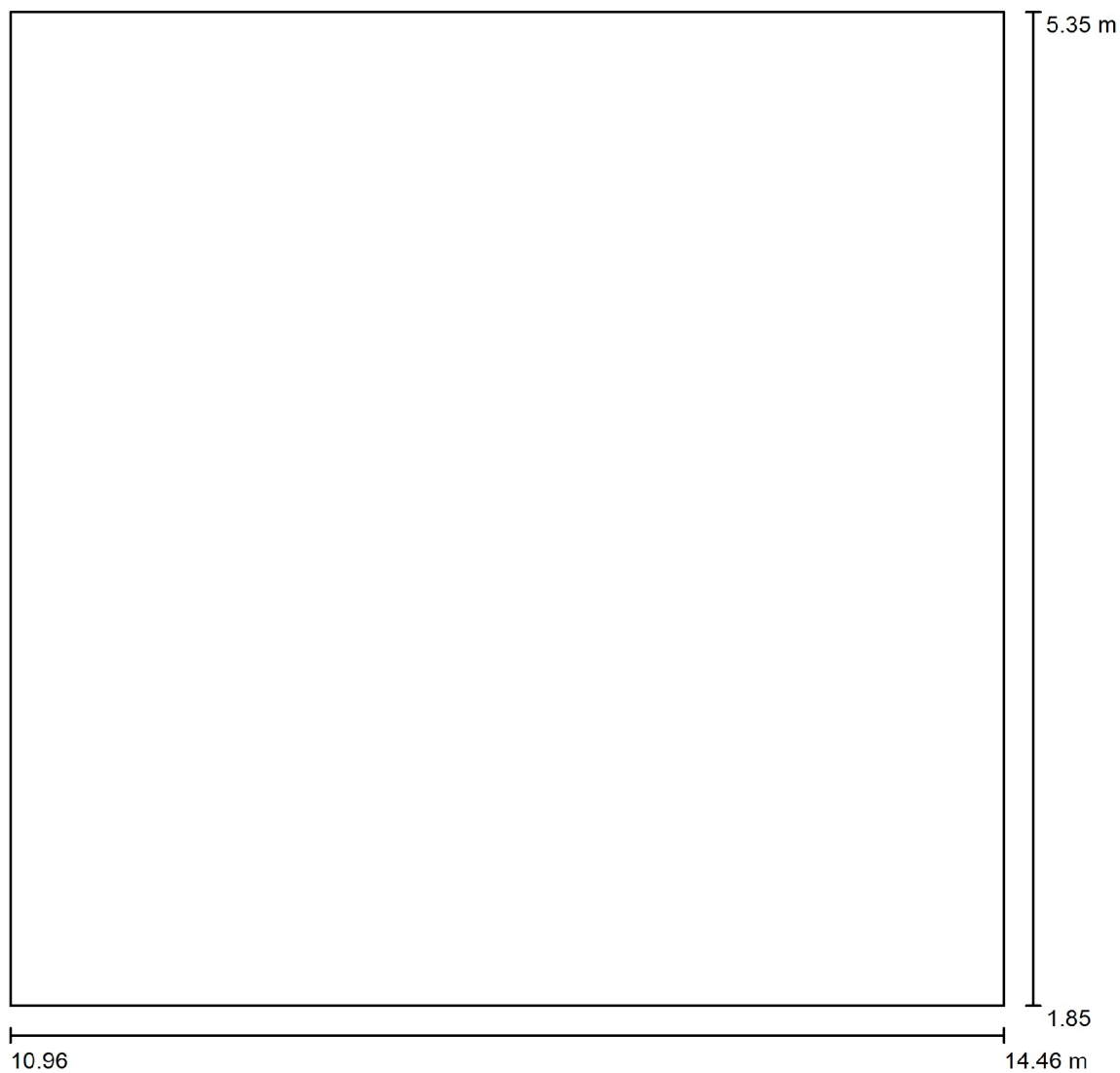
1 Pieza ETAP K244/6N-E Double-sided foil  
N° de artículo: K244/6N-E  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 87 lm, 1.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 44 70 88 100 30  
Lámpara: 1 x 6W TL (DC) (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2177 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 68  
Código CIE Flux: 31 59 83 68 65  
Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).



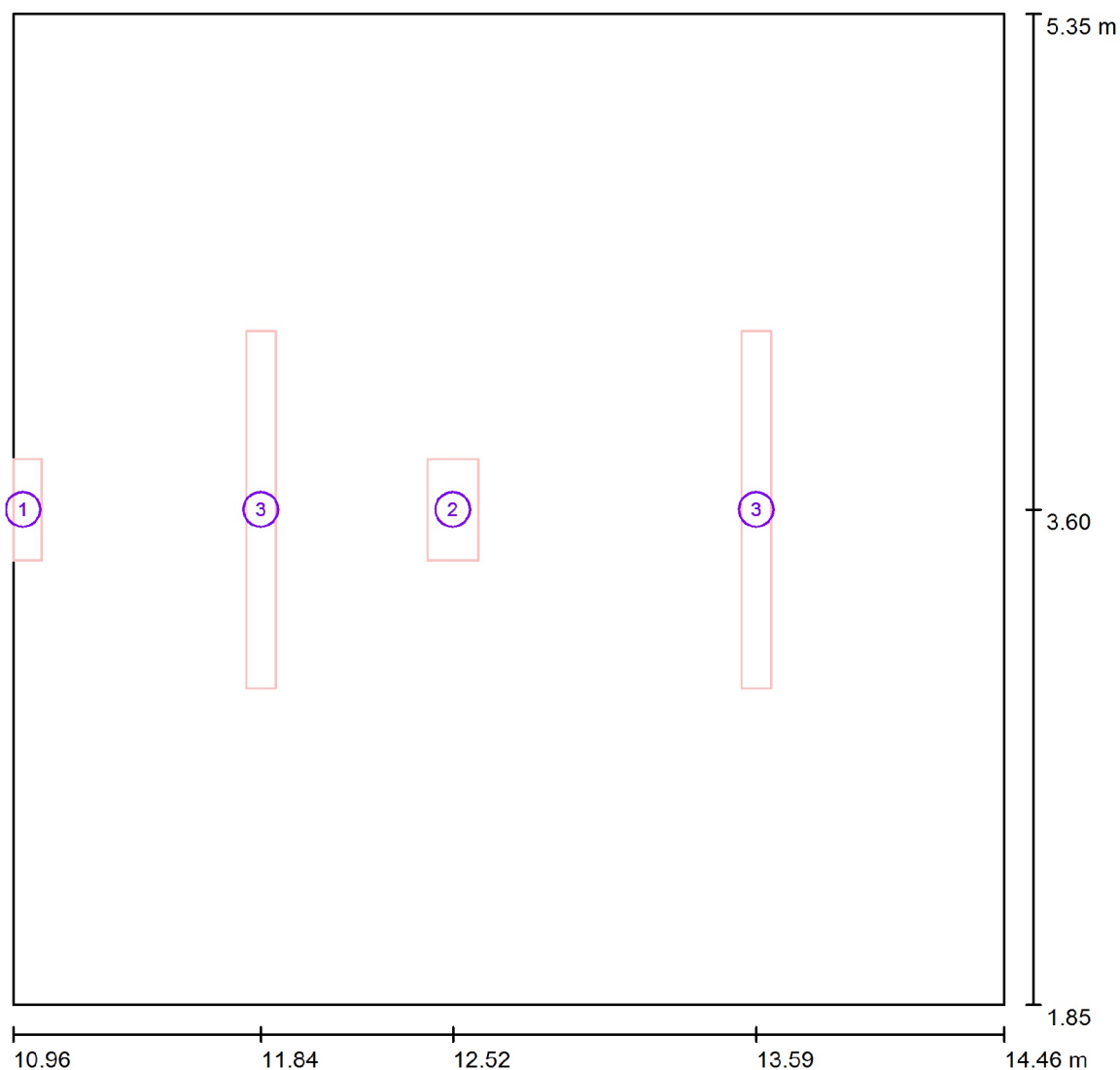
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Centro de transformación / Planta**

Escala 1 : 26

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Luminarias (ubicación)



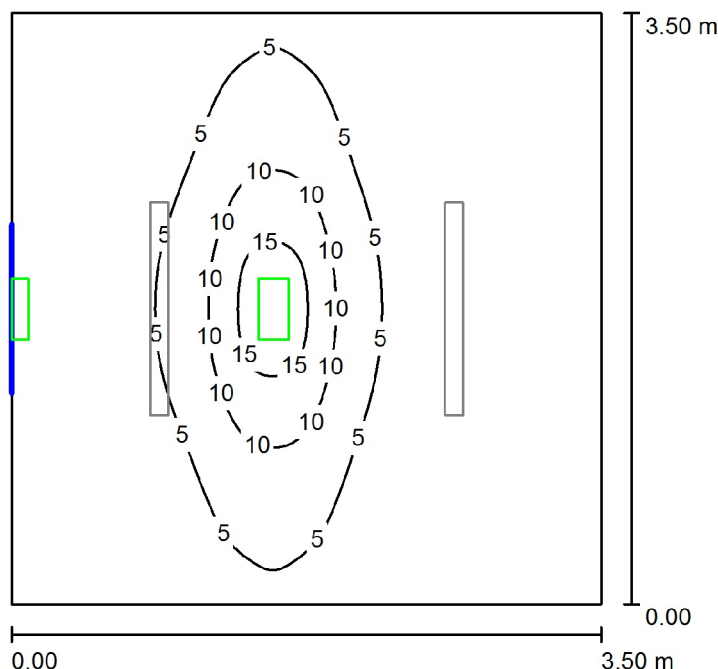
Escala 1 : 26

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil
3	2	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	3.81	0.46	18	0.120
Suelo	20	2.62	0.52	7.07	0.199
Techo	70	0.66	0.00	33	0.000
Paredes (4)	50	1.37	0.00	6.37	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
2	1	ETAP K244/6N-E Double-sided foil (1.000)	87	291	1.4
Total:			111	314	4.1

Valor de eficiencia energética:  $0.33 \text{ W/m}^2 = 8.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.25 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 111 lm  
Potencia total: 4.1 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	3.81	0.00	3.81	/	/
Suelo	2.62	0.00	2.62	20	0.17
Techo	0.66	0.00	0.66	70	0.15
Pared 1	1.04	0.00	1.04	50	0.16
Pared 2	1.70	0.00	1.70	50	0.27
Pared 3	1.03	0.00	1.03	50	0.16
Pared 4	1.70	0.00	1.70	50	0.27

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.120 (1:8)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.026 (1:38)

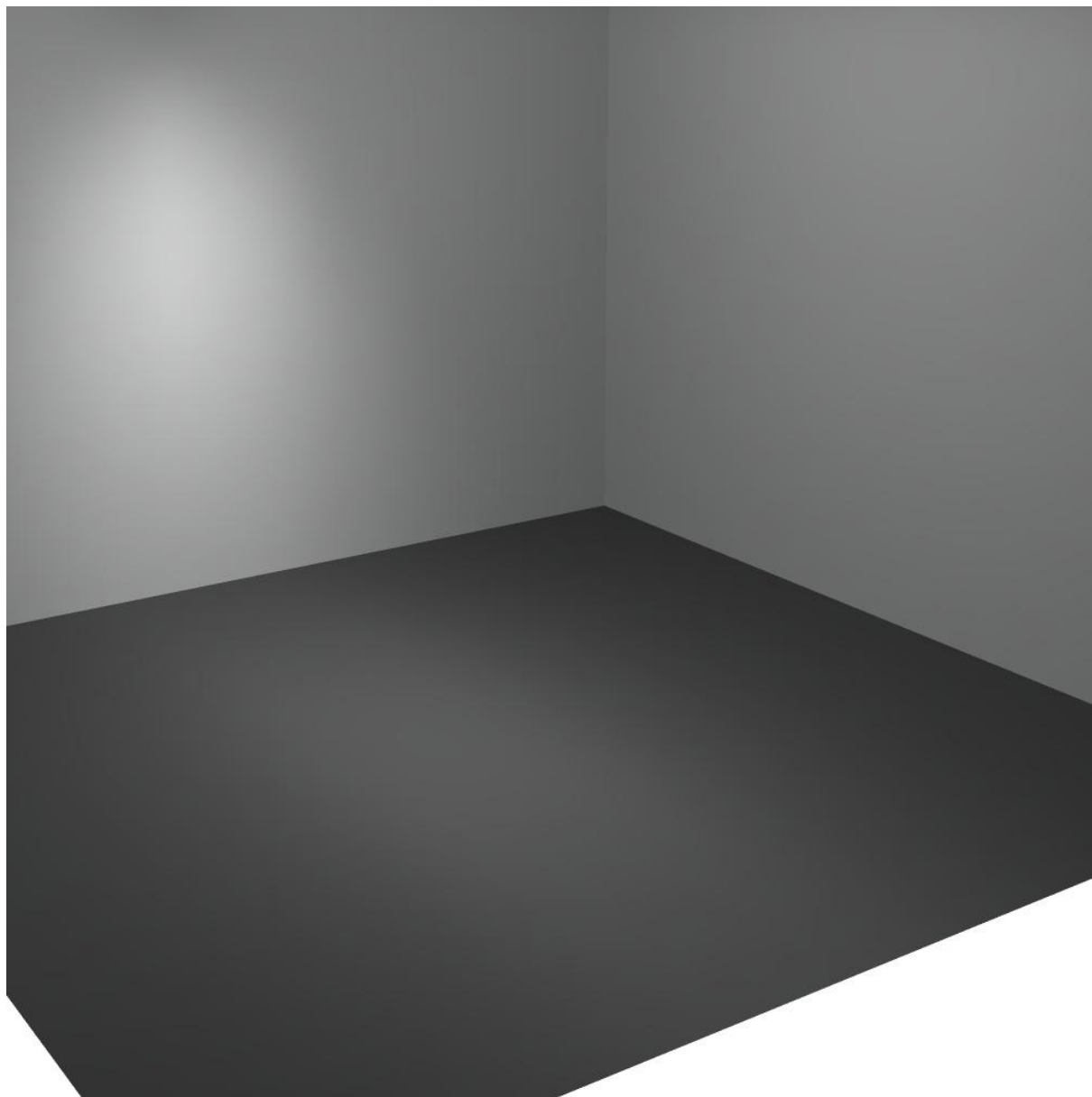
Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.33 \text{ W/m}^2 = 8.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.25 \text{ m}^2$ )



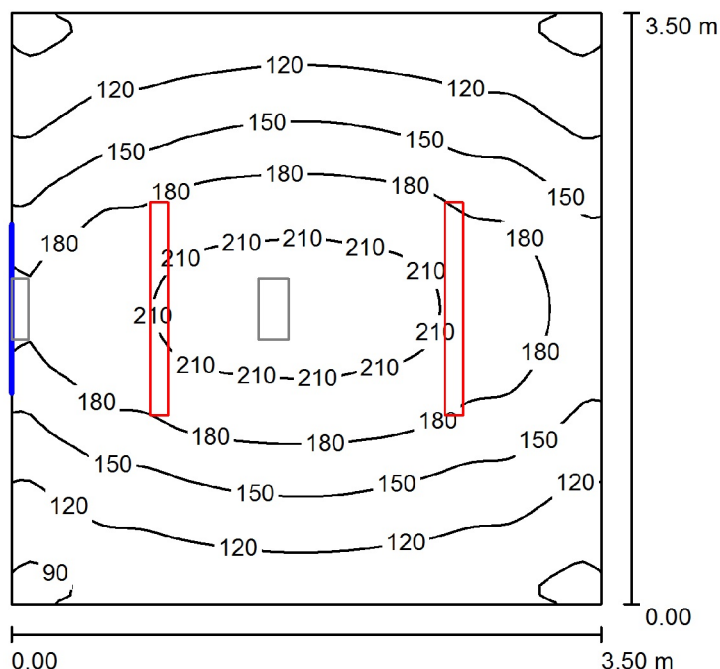
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	155	80	224	0.516
Suelo	20	113	75	144	0.659
Techo	70	130	38	890	0.289
Paredes (4)	50	104	54	305	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O (1.000)	2177	3350	36.0
			Total: 4355	Total: 6700	72.0

Valor de eficiencia energética:  $5.88 \text{ W/m}^2 = 3.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.25 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Centro de transformación / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4355 lm  
 Potencia total: 72.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	79	76	155	/	/
Suelo	49	64	113	20	7.20
Techo	84	46	130	70	29
Pared 1	67	50	117	50	19
Pared 2	35	53	88	50	14
Pared 3	70	52	122	50	19
Pared 4	35	52	88	50	14

Simetrías en el plano útil

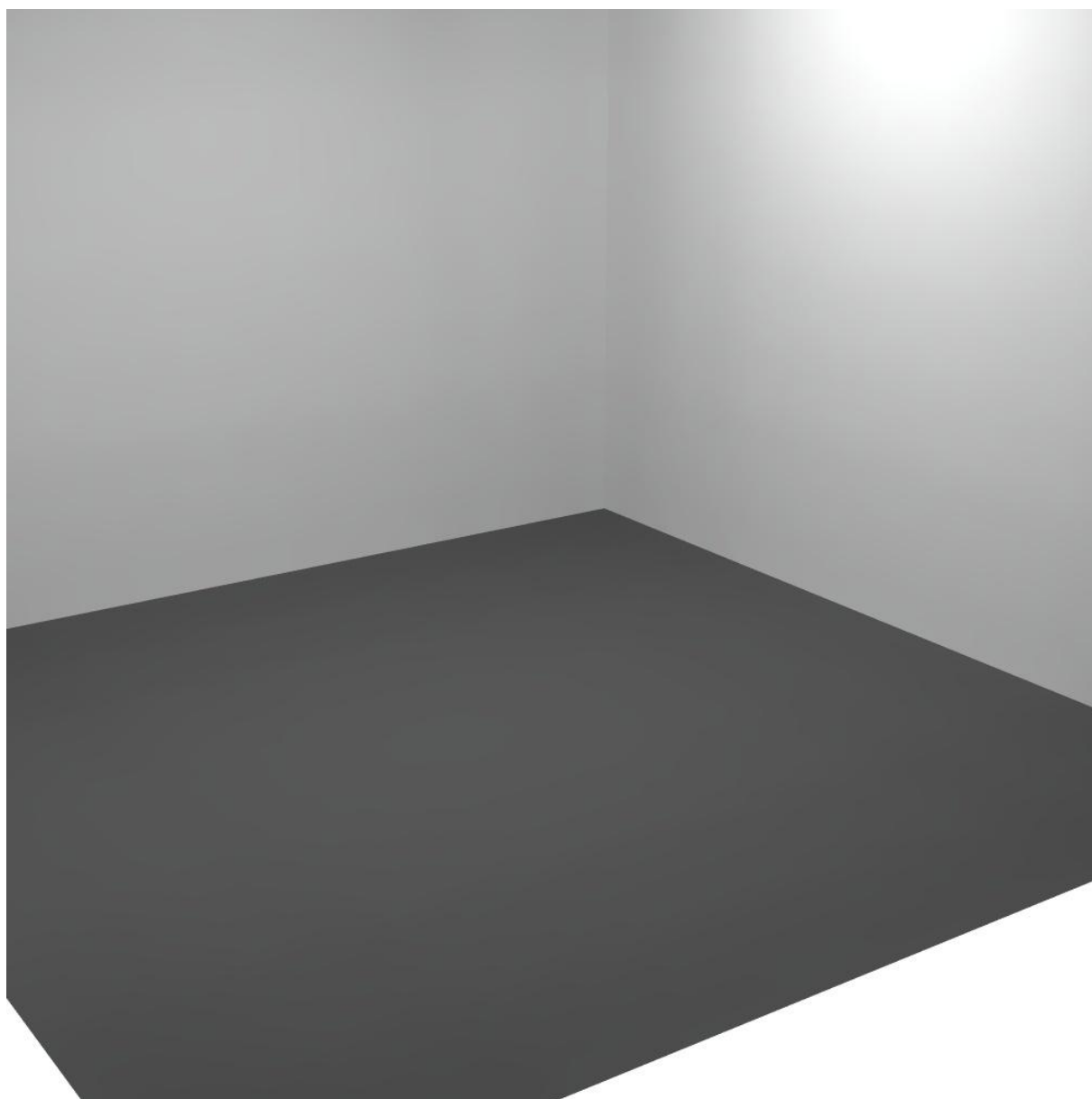
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.516 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.358 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $5.88 \text{ W/m}^2 = 3.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.25 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## **Centro de transformación / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D**



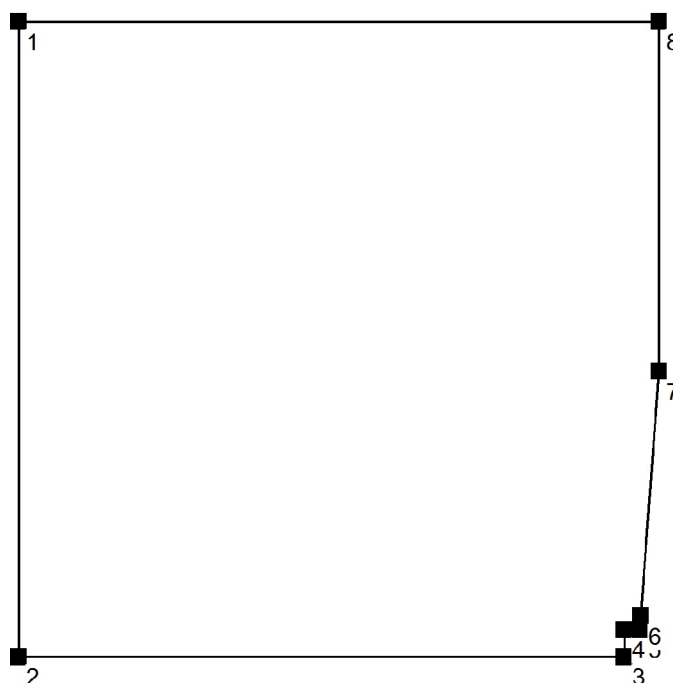
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
Base: 5.50 m<sup>2</sup>

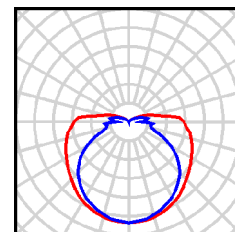


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 31.662   5.787 )	( 31.662   3.447 )	2.340
Pared 2	50	( 31.662   3.447 )	( 33.905   3.447 )	2.242
Pared 3	50	( 33.905   3.447 )	( 33.905   3.547 )	0.100
Pared 4	50	( 33.905   3.547 )	( 33.965   3.547 )	0.060
Pared 5	50	( 33.965   3.547 )	( 33.965   3.597 )	0.050
Pared 6	50	( 33.965   3.597 )	( 34.032   4.499 )	0.904
Pared 7	50	( 34.032   4.499 )	( 34.032   5.787 )	1.288
Pared 8	50	( 34.032   5.787 )	( 31.662   5.787 )	2.370

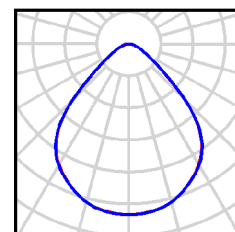
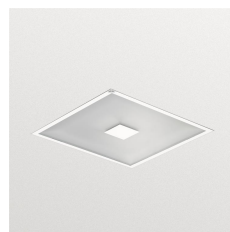
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Lista de luminarias

1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).

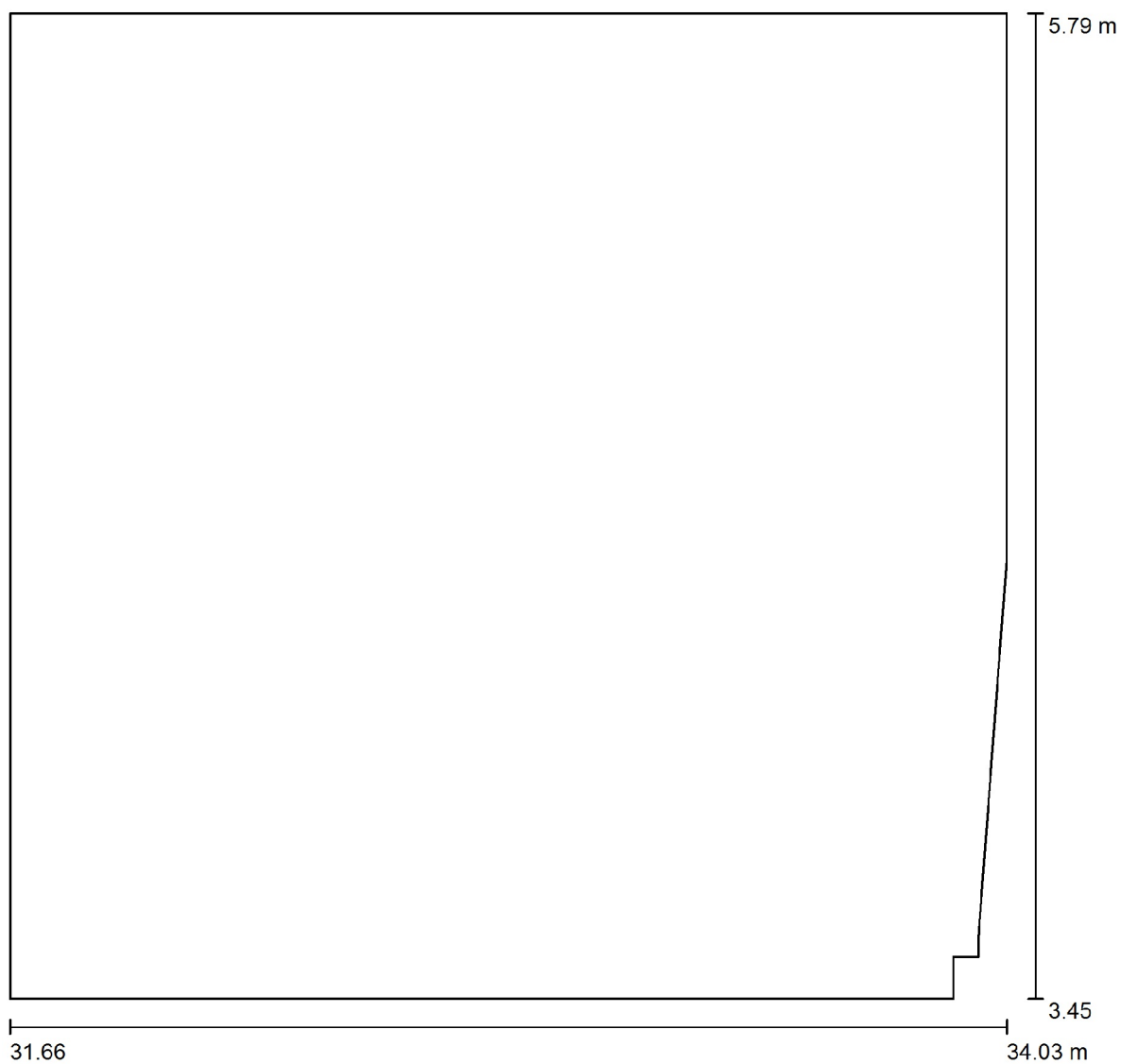


1 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 44.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

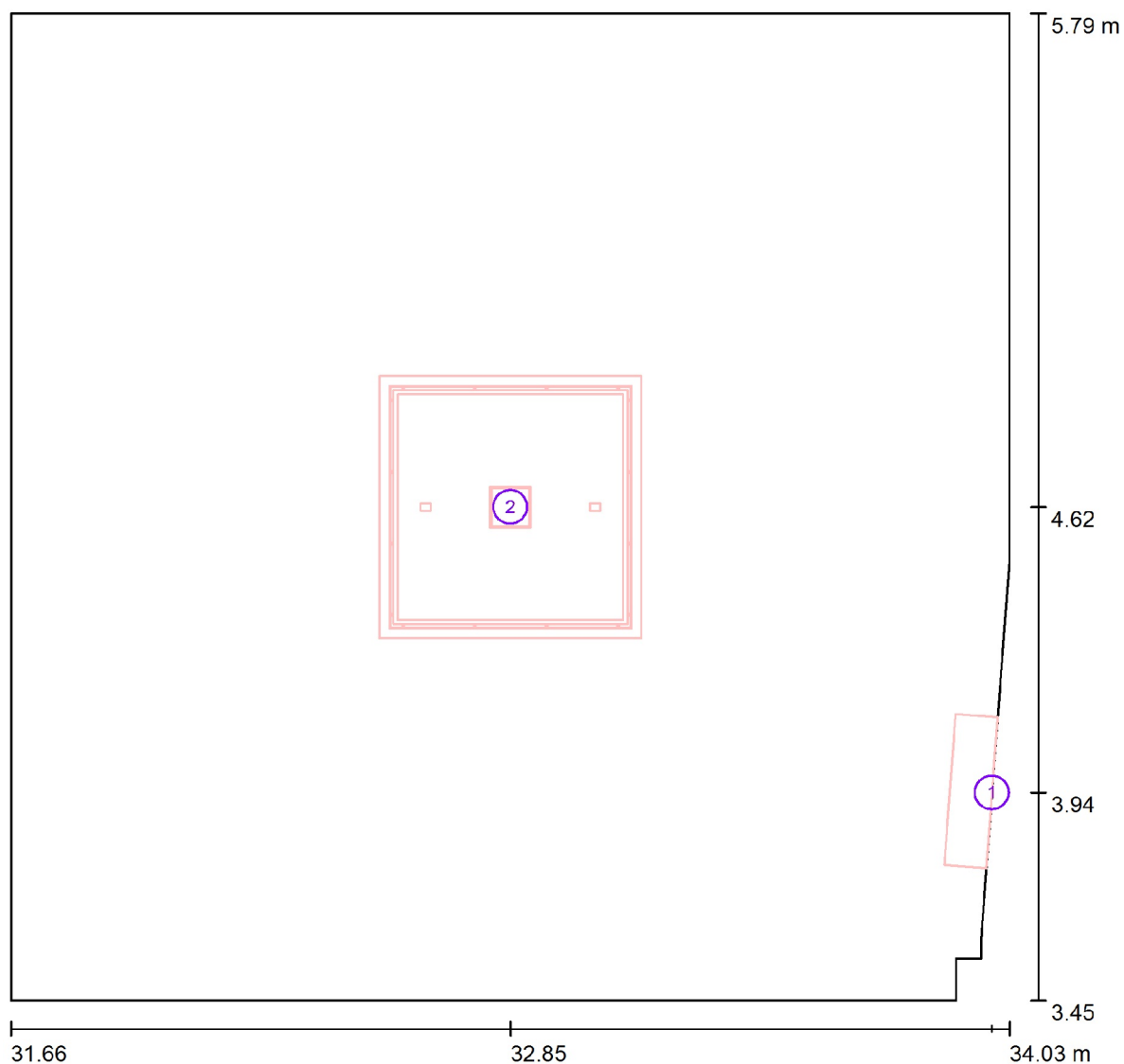
## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Planta



Escala 1 : 17

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 17

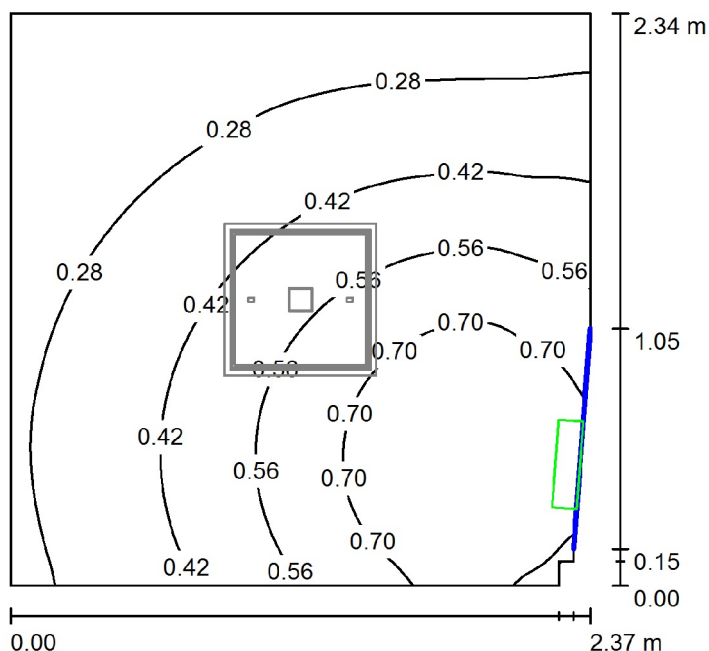
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Alumbrado de Emergencia y señalizacion / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	0.45	0.15	0.84	0.328
Suelo	20	0.26	0.14	0.37	0.515
Techo	70	1.06	0.06	8.91	0.061
Paredes (8)	50	0.47	0.00	4.55	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):

Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
Total:			23	23	2.7

Valor de eficiencia energética:  $0.49 \text{ W/m}^2 = 110.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.50 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Alumbrado de Emergencia y señalizacion / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 23 lm  
Potencia total: 2.7 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	0.45	0.00	0.45	/	/
Suelo	0.26	0.00	0.26	20	0.02
Techo	1.06	0.00	1.06	70	0.24
Pared 1	0.43	0.00	0.43	50	0.07
Pared 2	0.67	0.00	0.67	50	0.11
Pared 3	0.05	0.00	0.05	50	0.01
Pared 4	1.24	0.00	1.24	50	0.20
Pared 5	0.22	0.00	0.22	50	0.03
Pared 6	1.21	0.00	1.21	50	0.19
Pared 7	0.06	0.00	0.06	50	0.01
Pared 8	0.26	0.00	0.26	50	0.04

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.328 (1:3)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.174 (1:6)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838):  
Sólo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Valor de eficiencia energética:  $0.49 \text{ W/m}^2 = 110.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.50 \text{ m}^2$ )

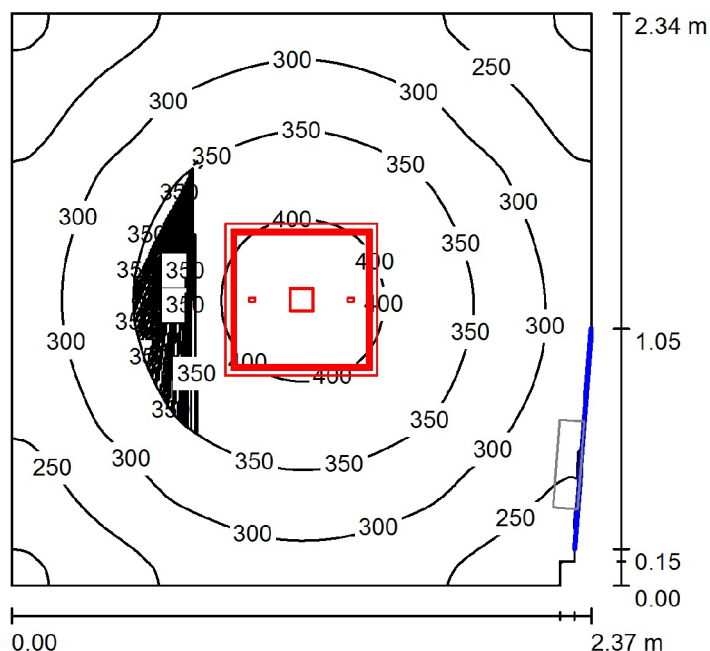
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Alumbrado de Emergencia y señalizacion / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	312	188	417	0.602
Suelo	20	211	154	247	0.728
Techo	70	49	1.48	60	0.030
Paredes (8)	50	128	35	249	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO (1.000)	3600	3600	44.0
Total:			3600	3600	44.0

Valor de eficiencia energética:  $8.00 \text{ W/m}^2 = 2.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.50 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Mujeres/Minusvalidos / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3600 lm  
Potencia total: 44.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	242	70	312	/	/
Suelo	146	65	211	20	13
Techo	0.00	49	49	70	11
Pared 1	73	58	132	50	21
Pared 2	75	59	134	50	21
Pared 3	44	54	99	50	16
Pared 4	46	55	101	50	16
Pared 5	47	53	101	50	16
Pared 6	39	51	90	50	14
Pared 7	75	57	133	50	21
Pared 8	74	58	132	50	21

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.602 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.451 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.00 \text{ W/m}^2 = 2.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.50 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseos Mujeres/Minusvalidos / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D



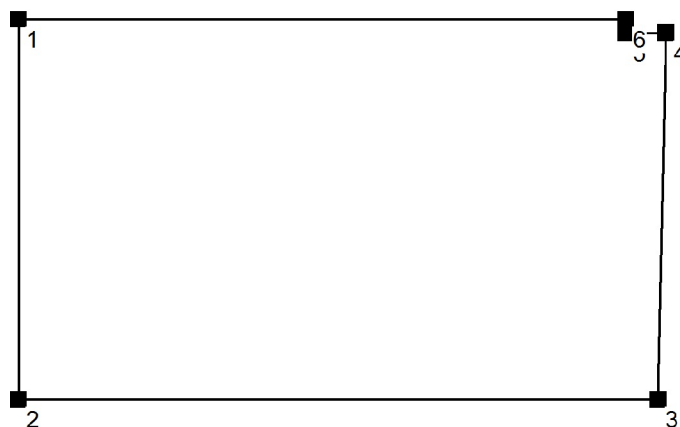
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
Base: 3.33 m<sup>2</sup>

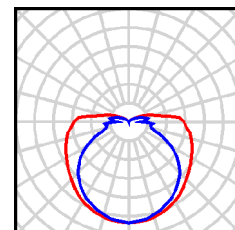


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 31.662   7.337 )	( 31.662   5.937 )	1.400
Pared 2	50	( 31.662   5.937 )	( 34.032   5.937 )	2.370
Pared 3	50	( 34.032   5.937 )	( 34.062   7.287 )	1.350
Pared 4	50	( 34.062   7.287 )	( 33.912   7.287 )	0.150
Pared 5	50	( 33.912   7.287 )	( 33.912   7.337 )	0.050
Pared 6	50	( 33.912   7.337 )	( 31.662   7.337 )	2.250

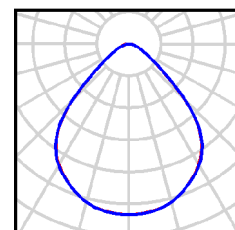
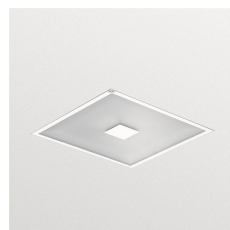
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Lista de luminarias

1 Pieza ETAP K231/2P Single-sided foil  
N° de artículo: K231/2P  
Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm  
Potencia de las luminarias: 0.0 W  
Alumbrado de emergencia: 23 lm, 2.7 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 35 62 83 86 101  
Lámpara: 1 x 3W LED (DC) (Factor de corrección 1.000).

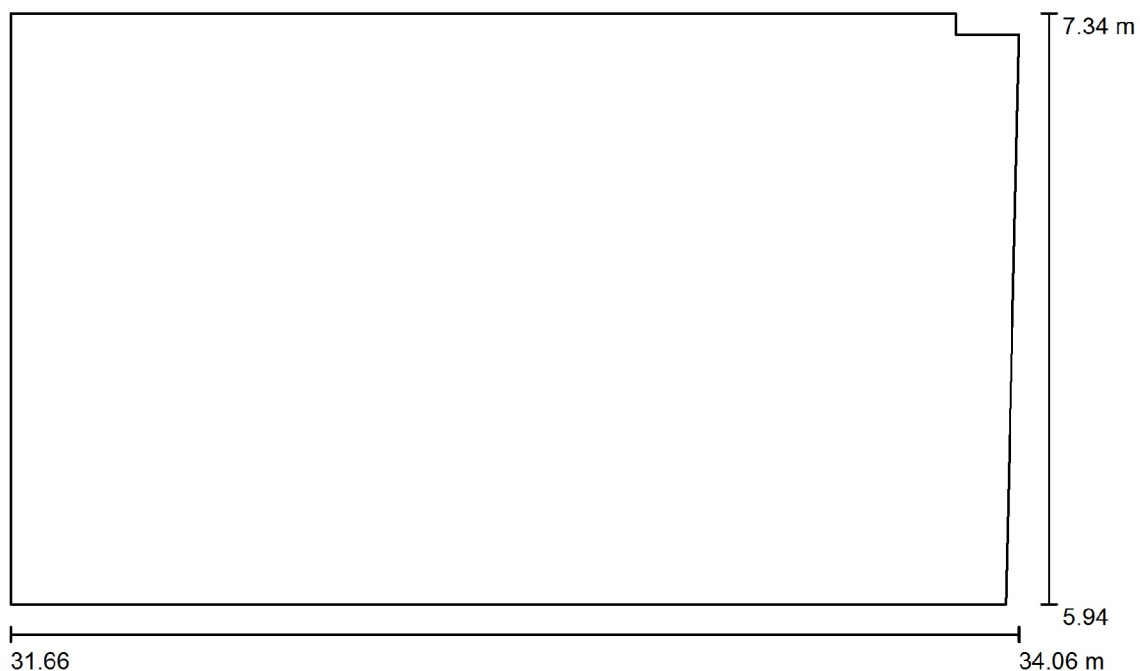


1 Pieza PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 44.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100  
Lámpara: 1 x LED48/830/- (Factor de corrección 1.000).





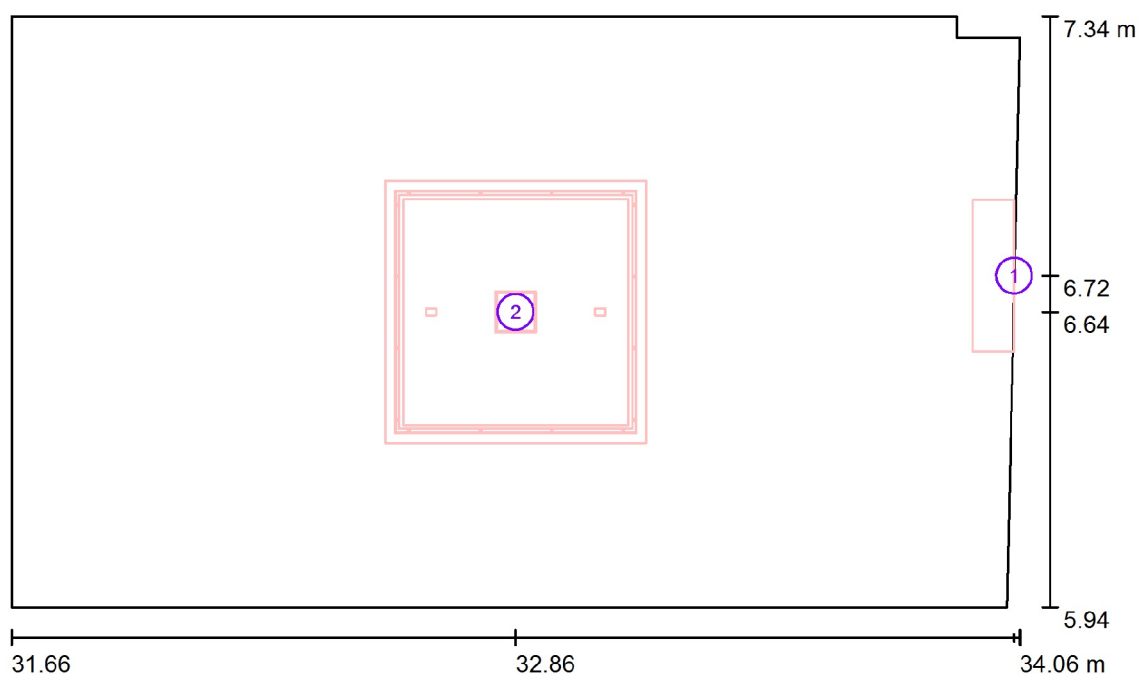
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseos Hombres / Planta**

Escala 1 : 18

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Luminarias (ubicación)



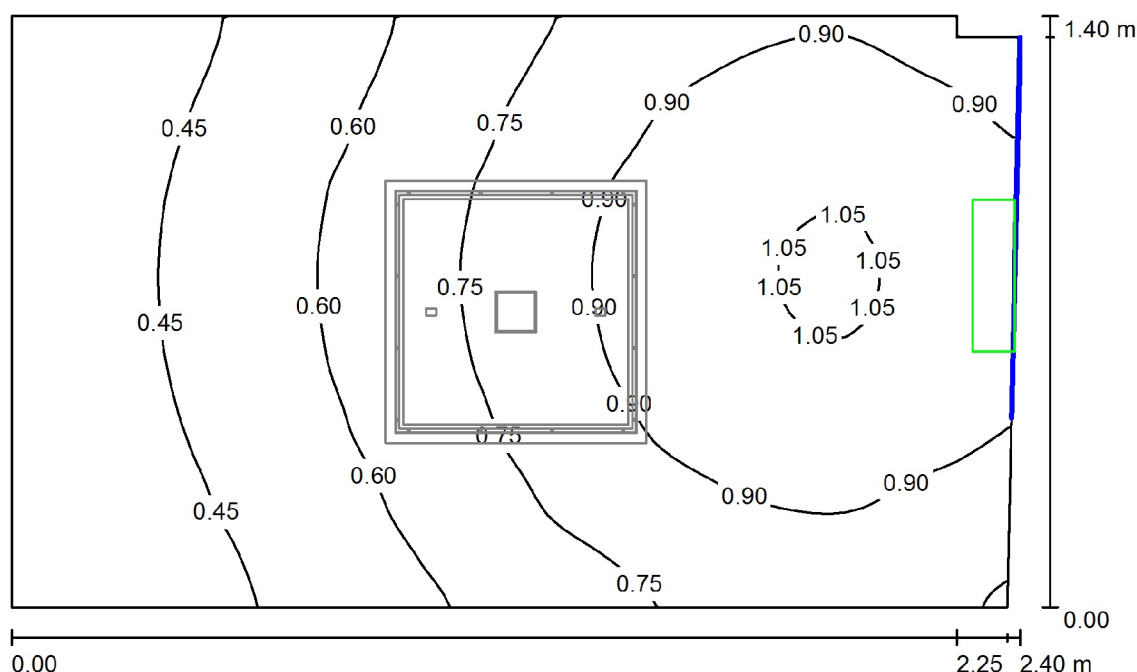
Escala 1 : 18

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil
2	1	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Aluminado de Emergencia y Señalización / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:18

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	0.72	0.33	1.07	0.458
Suelo	20	0.40	0.26	0.49	0.656
Techo	70	1.65	0.13	8.91	0.081
Paredes (6)	50	0.73	0.03	4.37	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión en el techo.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	ETAP K231/2P Single-sided foil (1.000)	23	23	2.7
Total:			23	Total: 23	2.7

Valor de eficiencia energética:  $0.81 \text{ W/m}^2 = 112.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.33 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 23 lm  
Potencia total: 2.7 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	0.54	0.17	0.72	/	/
Suelo	0.30	0.11	0.40	20	0.03
Techo	1.65	0.00	1.65	70	0.37
Pared 1	0.49	0.08	0.57	50	0.09
Pared 2	0.54	0.14	0.68	50	0.11
Pared 3	0.57	0.36	0.93	50	0.15
Pared 4	1.05	0.22	1.27	50	0.20
Pared 5	0.00	0.14	0.14	50	0.02
Pared 6	0.61	0.14	0.75	50	0.12

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.458 (1:2)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.308 (1:3)

Escena de alumbrado de emergencia (EN 1838, LG 12):  
 Sólo se tienen en cuenta la luz directa y la primera reflexión  
 en el techo.

Valor de eficiencia energética:  $0.81 \text{ W/m}^2 = 112.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.33 \text{ m}^2$ )

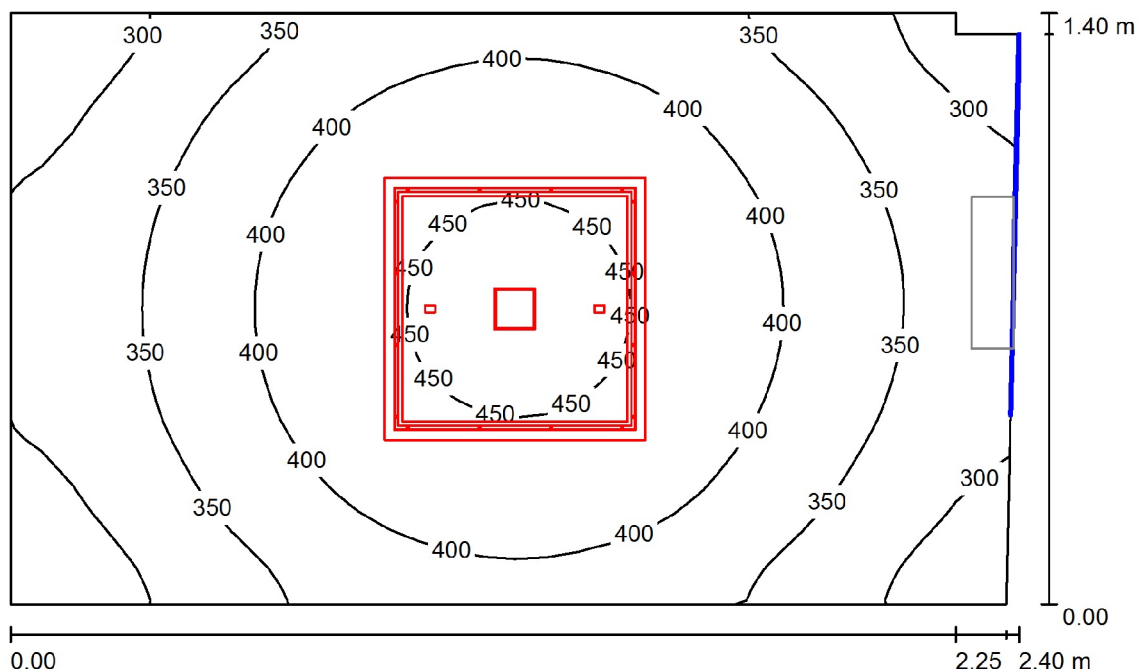
Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Alumbrado de Emergencia y Señalización / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Alumbrado Interior / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:18

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	374	259	464	0.693
Suelo	20	235	186	267	0.793
Techo	70	73	2.80	105	0.038
Paredes (6)	50	187	56	595	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO (1.000)	3600	3600	44.0
Total:			3600	3600	44.0

Valor de eficiencia energética:  $13.20 \text{ W/m}^2 = 3.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.33 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseos Hombres / Alumbrado Interior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3600 lm  
Potencia total: 44.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	269	105	374	/	/
Suelo	155	80	235	20	15
Techo	0.00	73	73	70	16
Pared 1	85	84	169	50	27
Pared 2	115	87	202	50	32
Pared 3	71	83	154	50	24
Pared 4	43	87	130	50	21
Pared 5	77	76	153	50	24
Pared 6	119	87	206	50	33

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.693 (1:1)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.559 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $13.20 \text{ W/m}^2 = 3.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.33 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Estefanía Pezonaga  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### **Aseos Hombres / Alumbrado Interior / Rendering (procesado) en 3D**









# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento Nº3: Planos

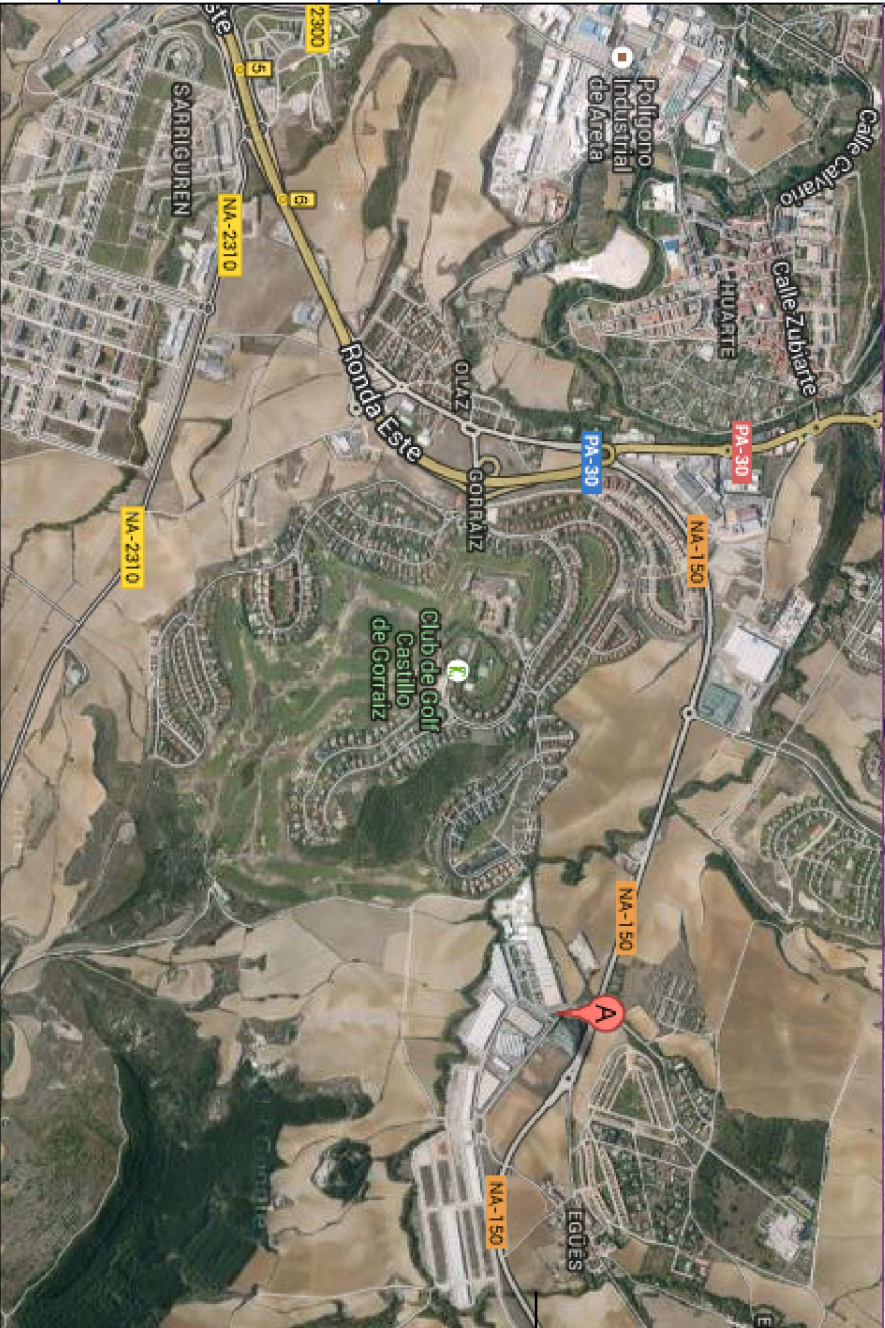
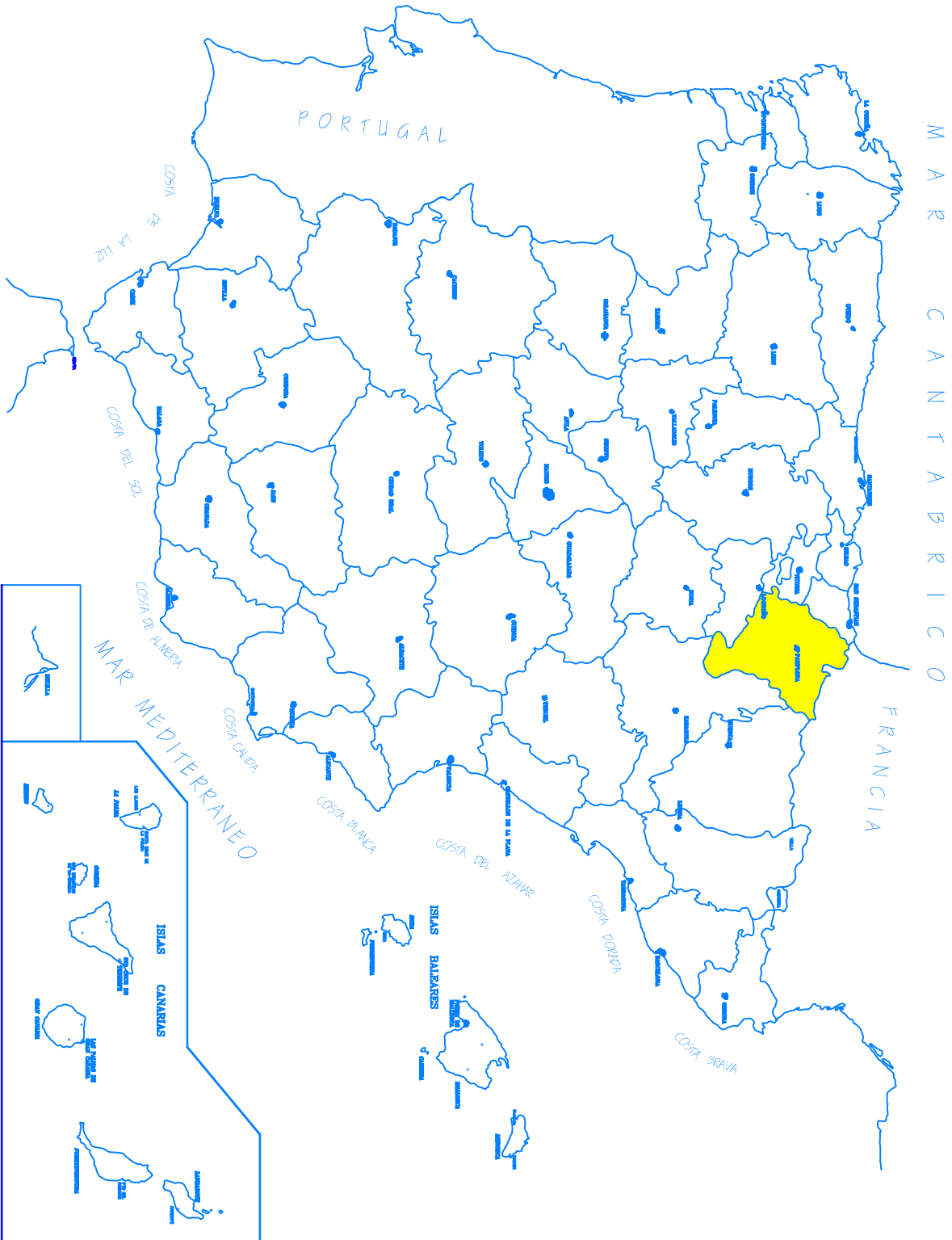
Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013

## INDICE

5.1	PLANO 00 .....	3
5.2	PLANO 01 .....	4
5.3	PLANO 02 .....	5
5.4	PLANO 03 .....	6
5.5	PLANO 04 .....	7
5.6	PLANO 05 .....	8
5.7	PLANO 06 .....	9
5.8	PLANO 07 .....	10
5.9	PLANO 08 .....	11
5.10	PLANO 09 .....	12
5.11	PLANO 10 .....	13
5.12	PLANO 11 .....	14
5.13	PLANO 12 .....	15



<div><div><div><div>UNIBERSITATE PUBLIKA</div><div>UNIBERSITATIS</div><div>SESTERRRE</div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div><div>REALIZADO: PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA</div></div>	
<div><div>PROYECTO:</div><div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL</div></div>		<div><div>FIRMA:</div></div>		<div><div>FECHA:</div><div>11/09/2013</div></div>	
<div><div>PLANO:</div><div>SITUACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL EN ESPAÑA</div></div>		<div><div>ESCALA:</div><div>S/E</div></div>		<div><div>Nº PLANO:</div><div>00</div></div>	



1

2

3

4

5

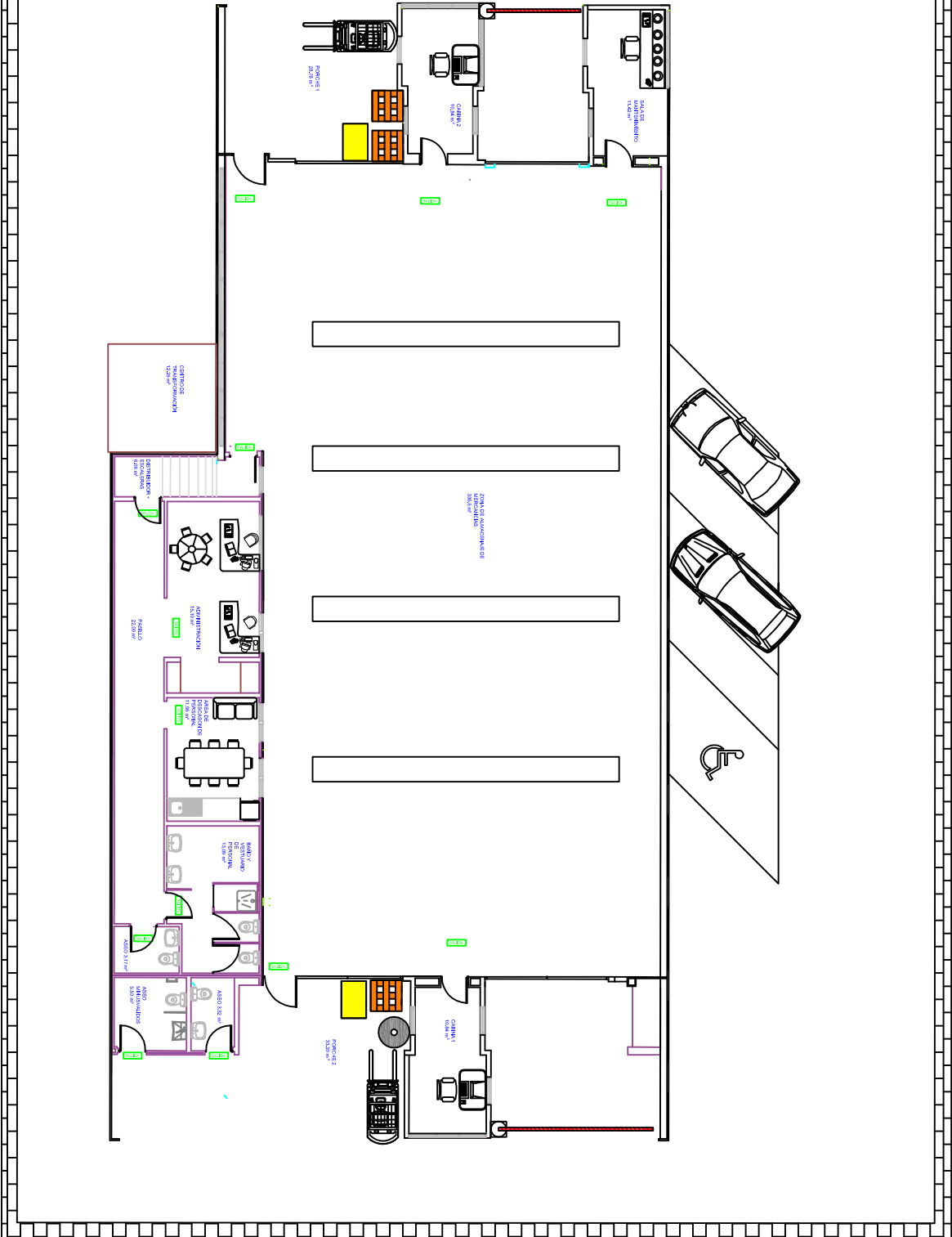
6

7

8

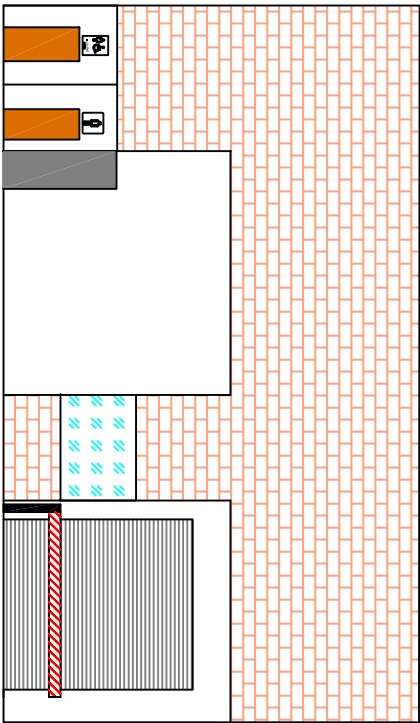
9

E:1/200



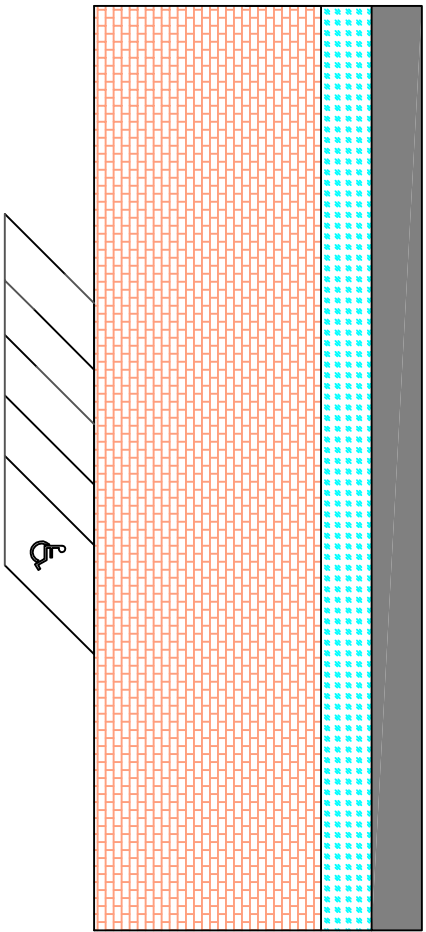
E:1/200



PERFIL

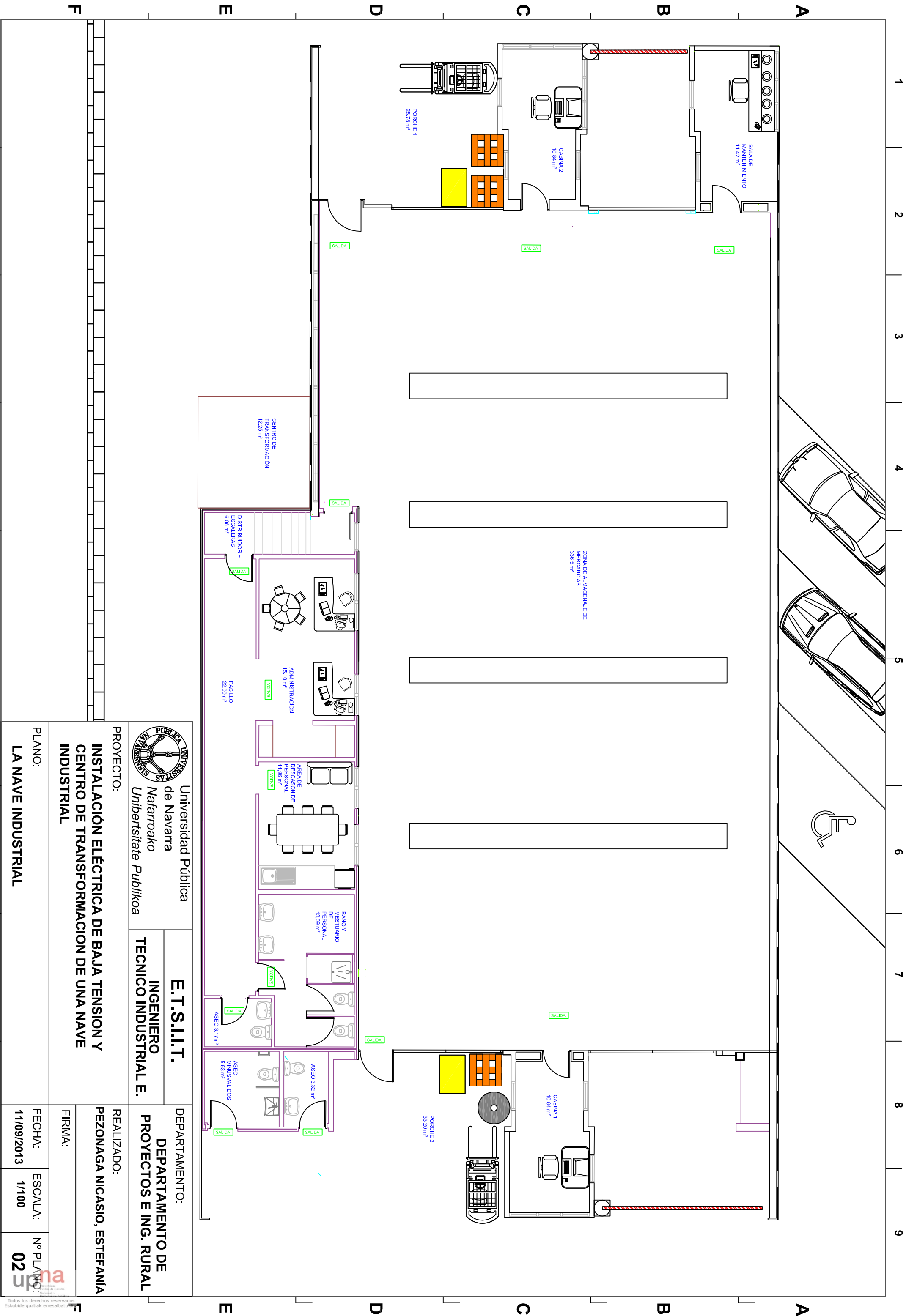


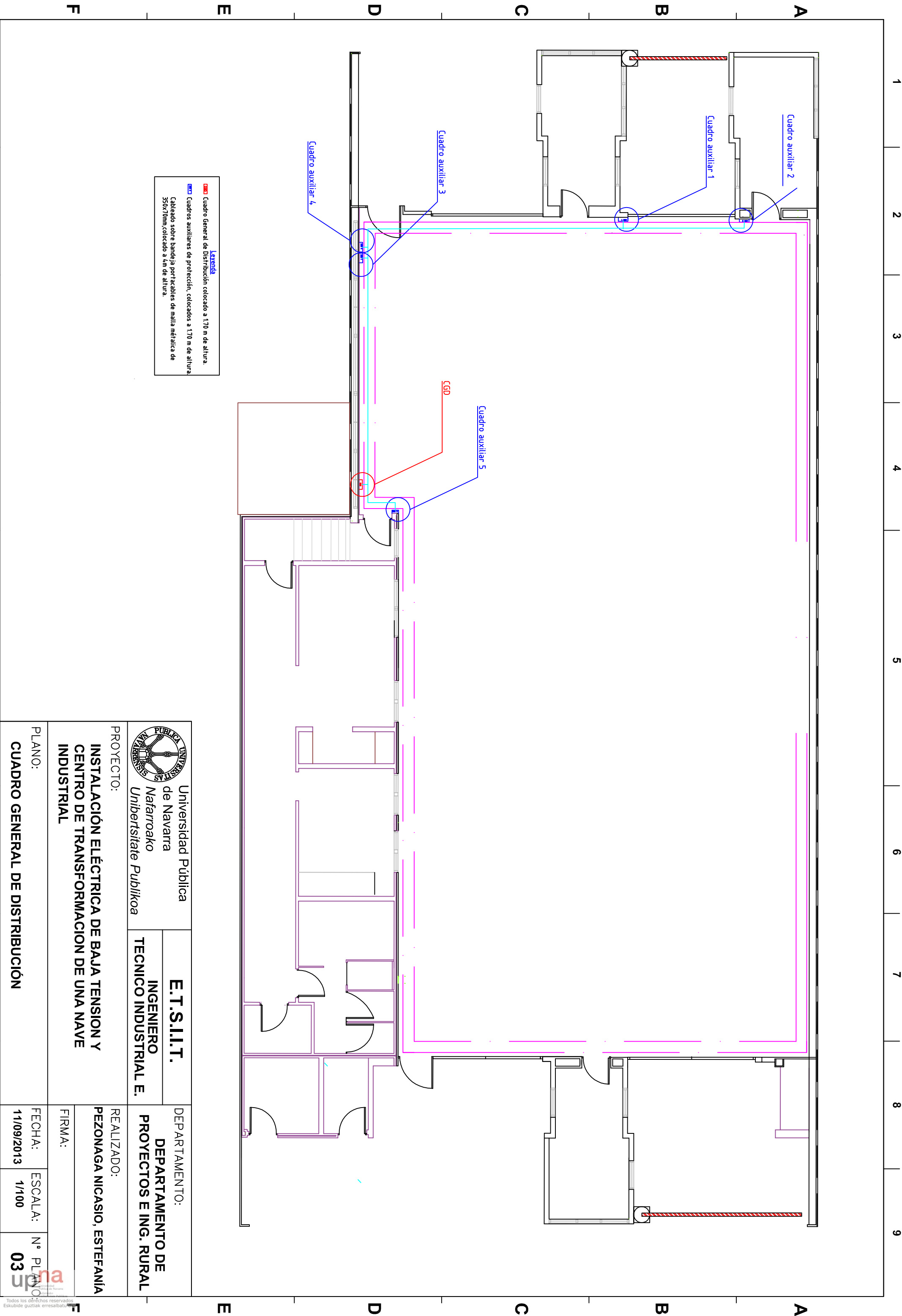
E:1/300

ALZADO



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>		
PROYECTO:  <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL</b>			REALIZADO:  <b>PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA</b>
PLANO:  <b>PLANTA ,ALZADO Y PERFIL DE LA NAVE INDUSTRIAL</b>			FIRMA:
FECHA: <b>11/09/2013</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>01</b>	





**Legenda**

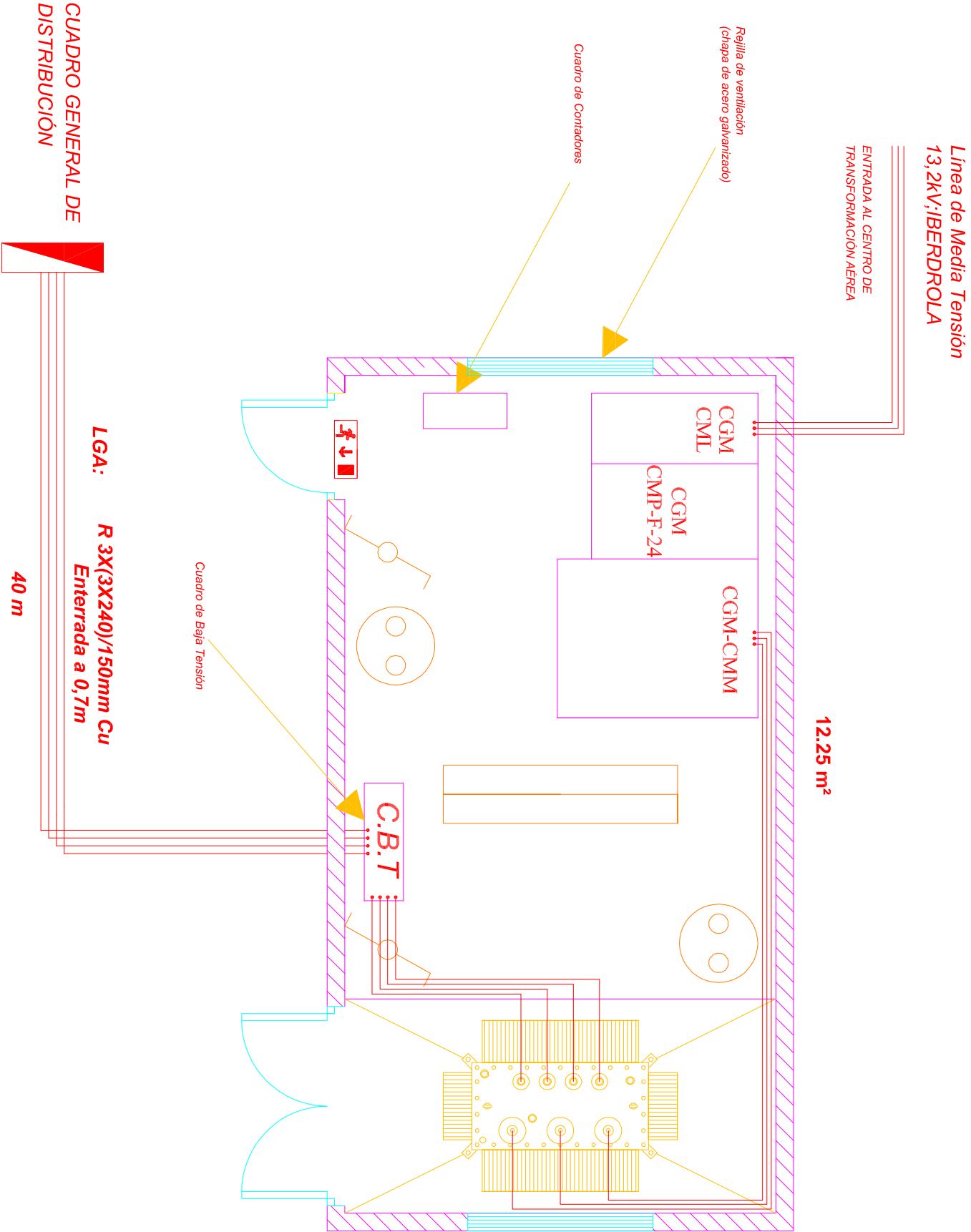
Cuadro General de Distribución colocado a 1,70 m de altura.


Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70 m de altura.

Cableado sobre bandeja portacables de metalica de 350x70mm, colocado a 4m de altura.

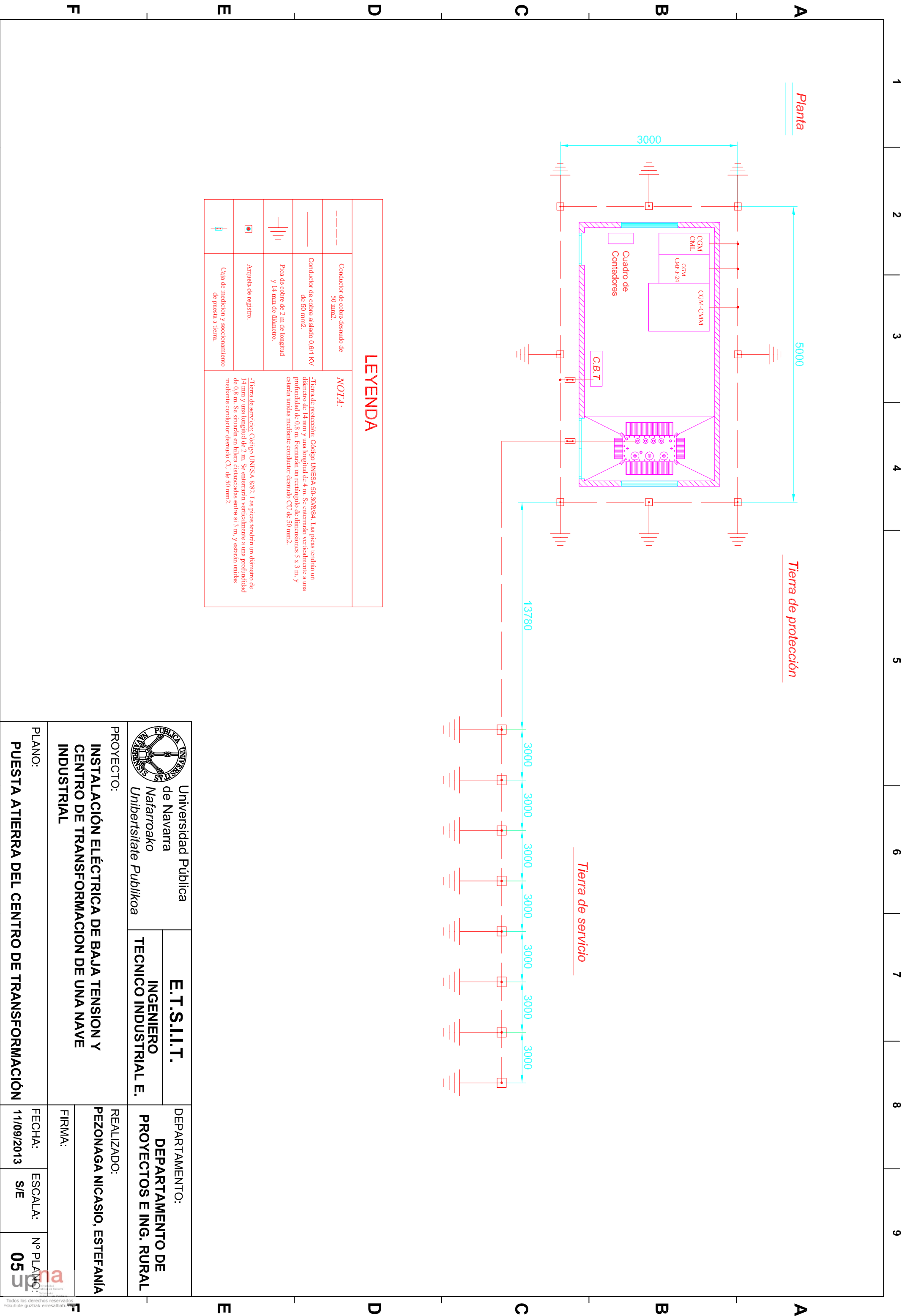
		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:	
Universidad Pública de Navarra		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:				REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL				PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA	
PLANO:				FIRMA:	
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				FECHA:	
				11/09/2013	
				ESCALA:	
				1/100	
				Nº PLANO	
				03	

LEYENDA	
CGM-CML: Celda de línea	
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	
CGM-CMMF: Celda de medida	
Toma Monofásica	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O
Interruptor Comutador	
Alumbrado de Emergencia	
Cuadro General de Distribución	



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: <b>PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FECHA: 11/09/2013	ESCALA: S/E
		Nº PLANO <b>04</b>	







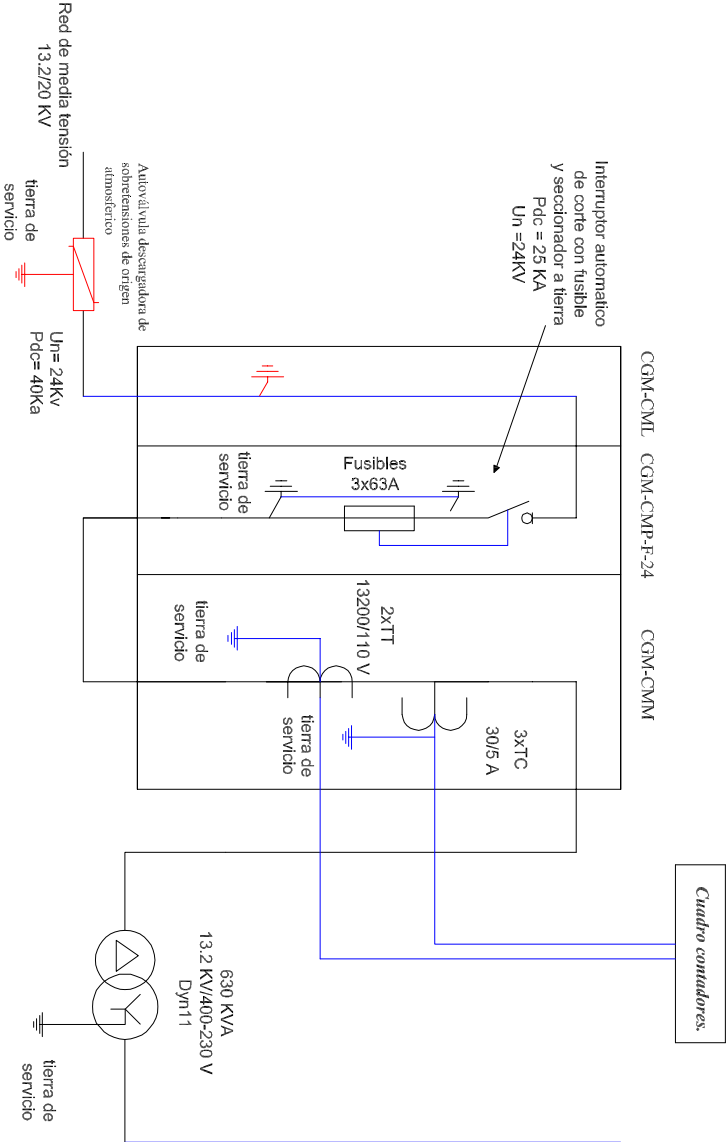
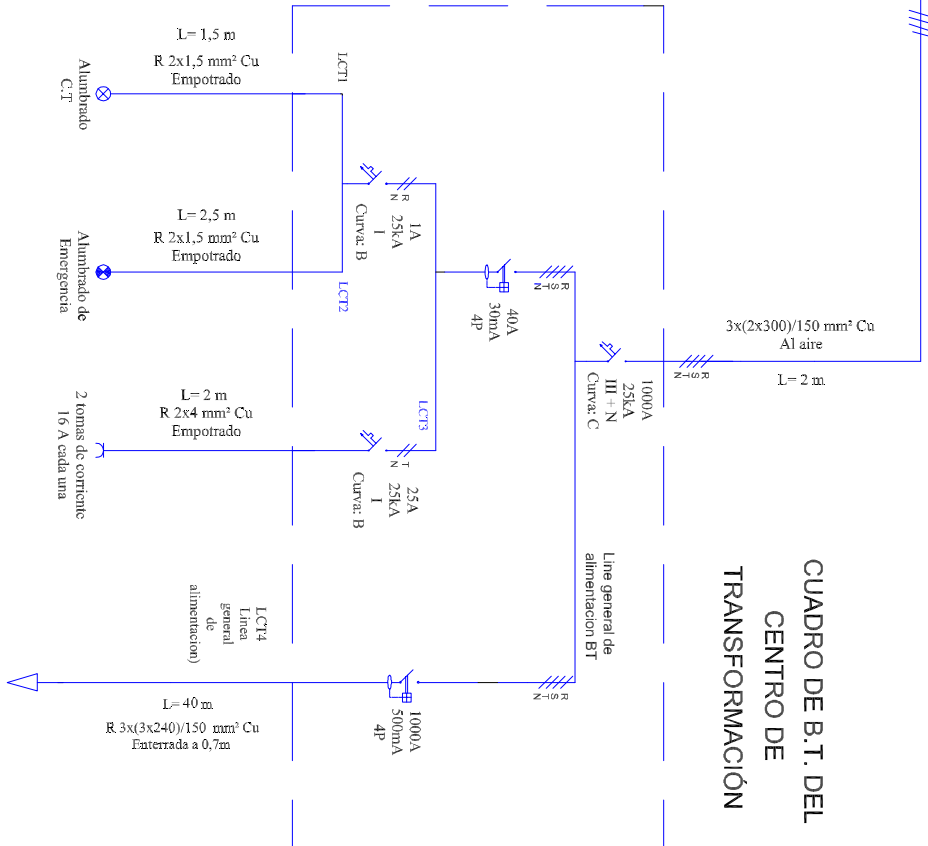
LEYENDA	
	Conductor de cobre desnudo de 50 mm².
	Conductor de cobre aislado 0.6/1 kV de 50 mm².
	Pica de cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro.
	Arqueta de registro.
	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra.








-Tierra de protección. Código UNESA 50-30/6/84. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Formarán un rectángulo de dimensiones 3 x 3 m, y estarán unidas mediante conductor desnudo CU de 50 mm².

-Tierra de servicio. Código UNESA 8/82. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Se situarán en hilera distanciadas entre sí 3 m, y estarán unidas mediante conductor desnudo CU de 50 mm².

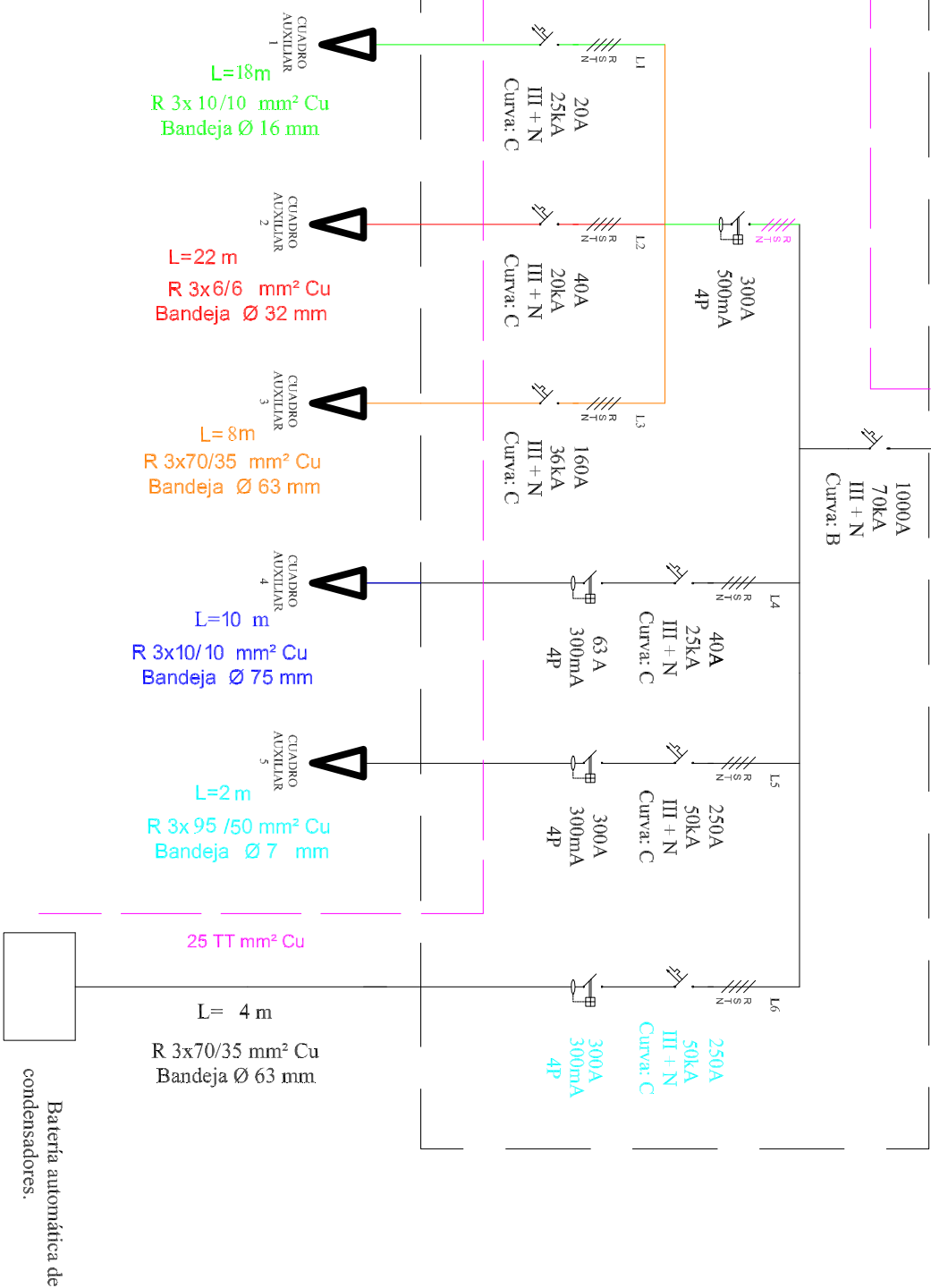
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL</b>		REALIZADO: <b>PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>PUESTA ATIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FECHA: 11/09/2013	ESCALA: S/E	Nº PLANO <b>05</b>	

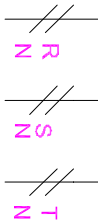





	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO:  INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		REALIZADO: PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA
			PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN UNIFILAR		FIRMA:
FECHA: 11/09/2013		ESCALA: S/E	Nº PLANO 06		




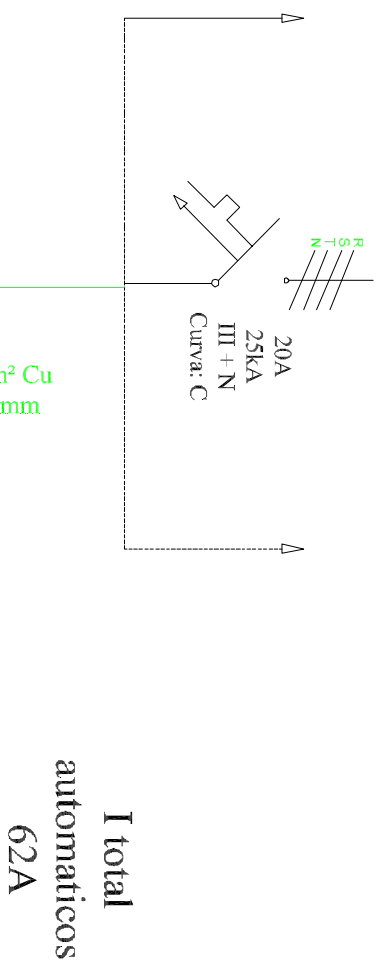
LEYENDA	
	TRANSFORMADOR
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORTE CON FUSIBLE Y SECCIONADOR A TIERRA
	SECCIONADOR DE POTENCIA A TIERRA
	INTERRUPTOR SECCIONADOR
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CORTE CON FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD

## CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

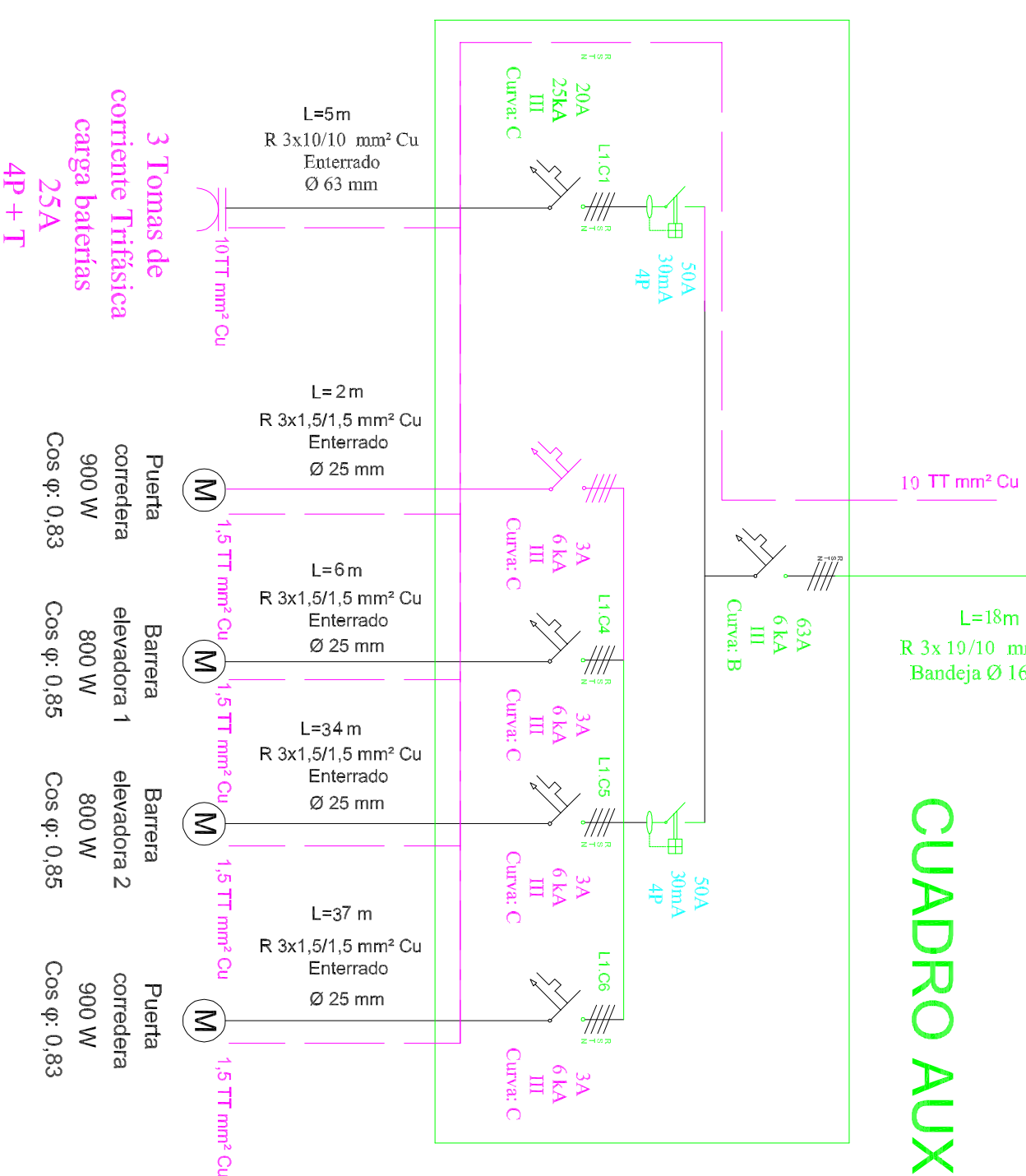


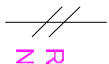
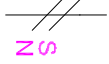
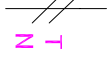
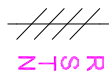
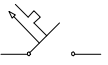
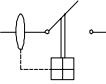



LEYENDA	
	LÍNEA MONOFÁSICA FASE- NEUTRO
	LÍNEA TRIFÁSICA RST + N
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL
	MAQUINARIA
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN


 <p> <b>Universidad Pública</b>  de Navarra  Nafarroako  Unibertsitate Publikoa </p>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO</b> <b>TECNICO INDUSTRIAL E.</b>		<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>DEPARTAMENTO DE</b> <b>PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>PROYECTO:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y</b> <b>CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE</b> <b>INDUSTRIAL</b>		
<b>PLANO:</b> <b>CUADRO GENERAL</b>	<b>FECHA:</b> 11/09/2013	<b>ESCALA:</b> S/E	<b>Nº PLANO</b> 07



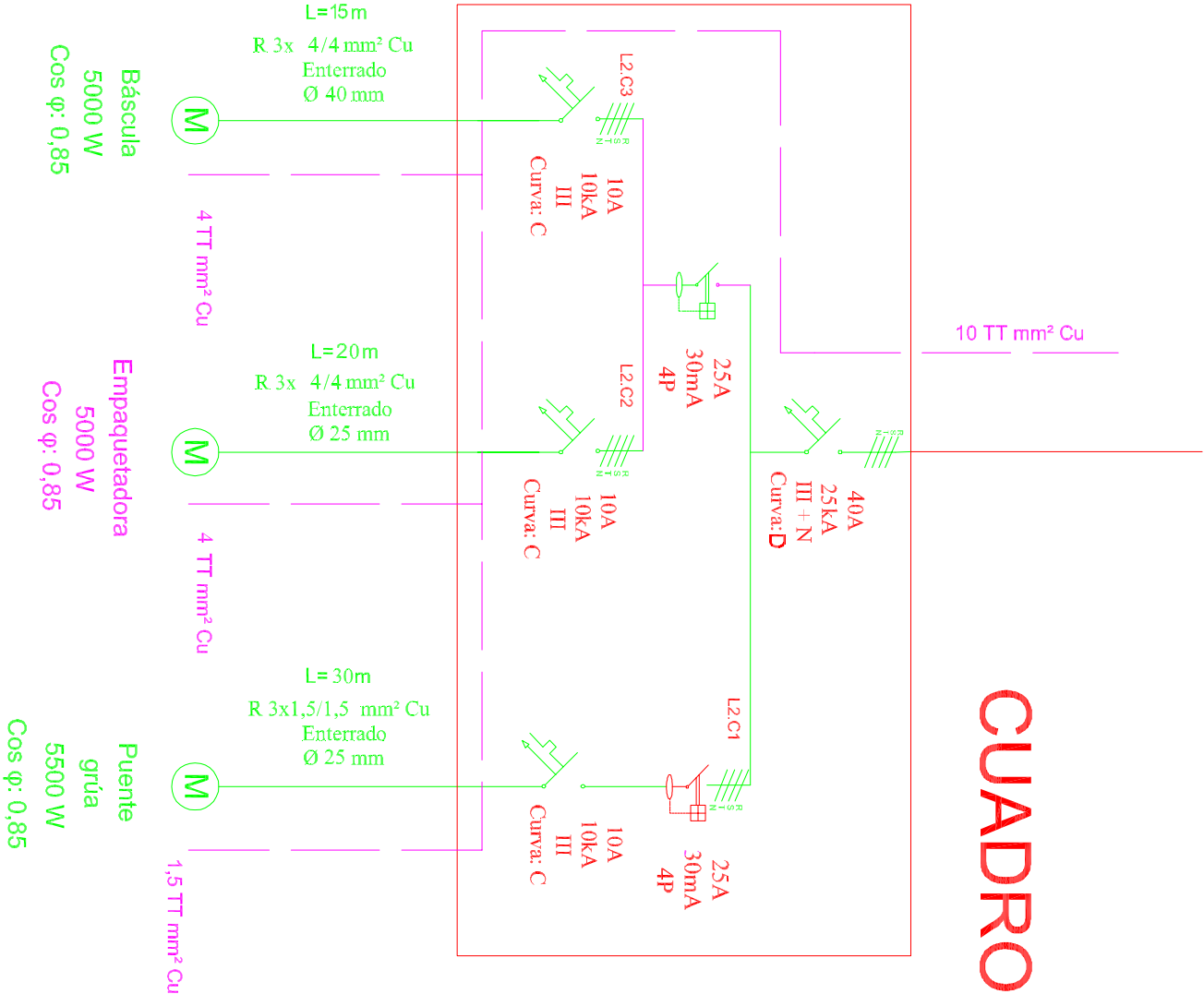
## CUADRO AUXILIAR 1



LEYENDA		
  	LÍNEA MONOFÁSICA FASE- NEUTRO	
	LÍNEA TRIFÁSICA RST + N	
 <p>I nominal PDC CURVA</p>	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO	
 <p>Calibre Sesibilidad Nº polos</p>	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL	
	MAQUINARIA	
 	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	


 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b></p>
	<p><b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b></p>		
<p>PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL</b></p>			<p>REALIZADO: <b>PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA</b></p>
<p>PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR 1</b></p>			<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA: <b>11/09/2013</b></p>	<p>ESCALA: <b>S/E</b></p>	<p>Nº PLANO: <b>08</b></p>	

CUADRO AUXILIAR 2

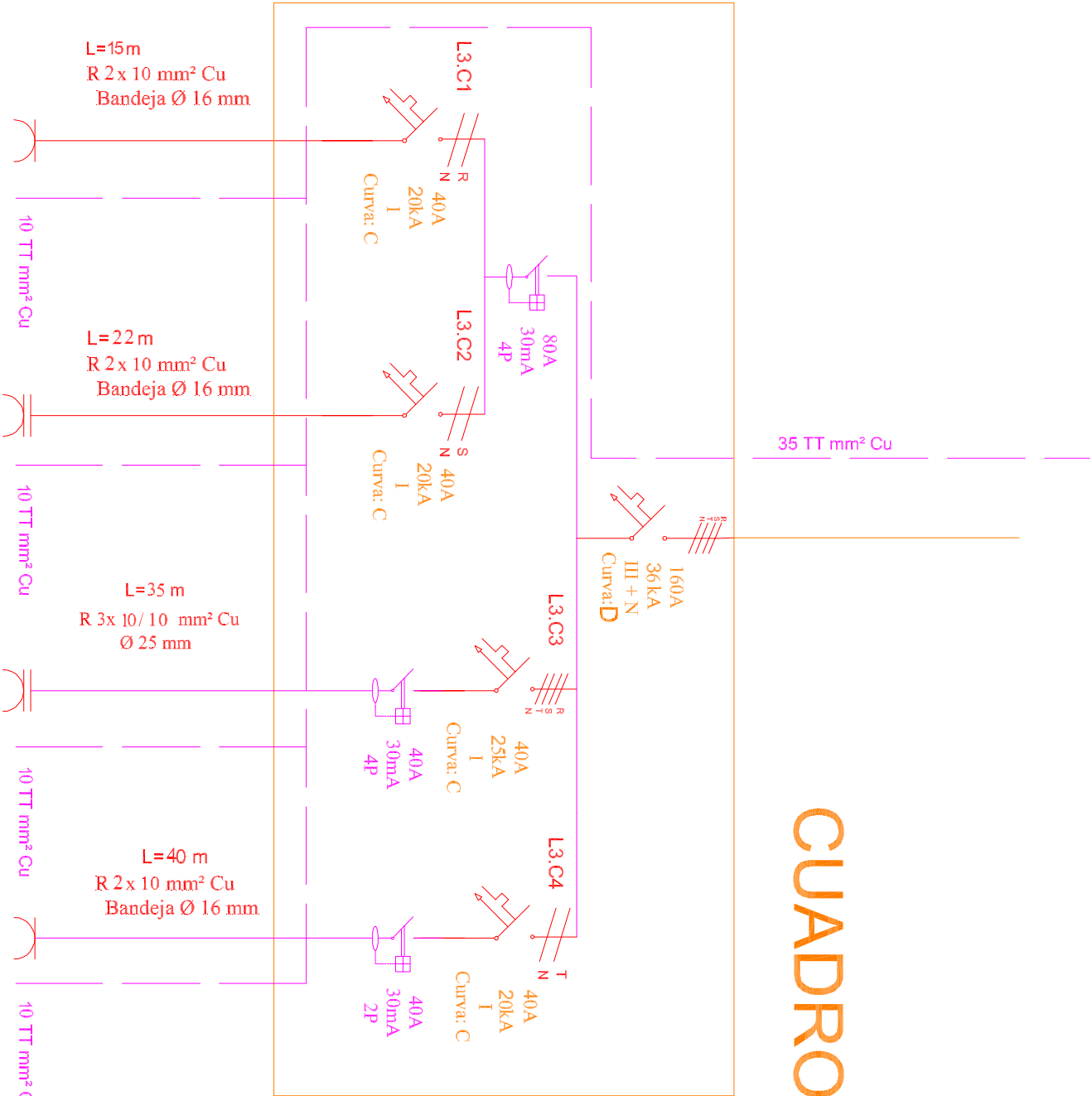


LEYENDA

	LÍNEA MONOFÁSICA FASE-NEUTRO
	LÍNEA TRIFÁSICA RST + N
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL
	MAQUINARIA
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:  DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:  INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL			REALIZADO:  PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA
PLANO:  CUADRO AUXILIAR 2			FIRMA:
FECHA: 11/09/2013		ESCALA: S/E	Nº PLANO: 09

CUADRO AUXILIAR 3



LEYENDA	
	LÍNEA MONOFÁSICA FASE-NEUTRO
	LÍNEA TRIFÁSICA RST + N
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL
	MAQUINARIA
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

- 10 Tomas de corriente

Monofásica 16A

2P + T

Cos φ: 0,8
- 5 Tomas de corriente

Monofásica (2x16 A)

2P + T

Cos φ: 0,8
- 4 Tomas de corriente Trifásica

16A

4P + T


Cos φ: 0,8
- 5 Tomas de corriente

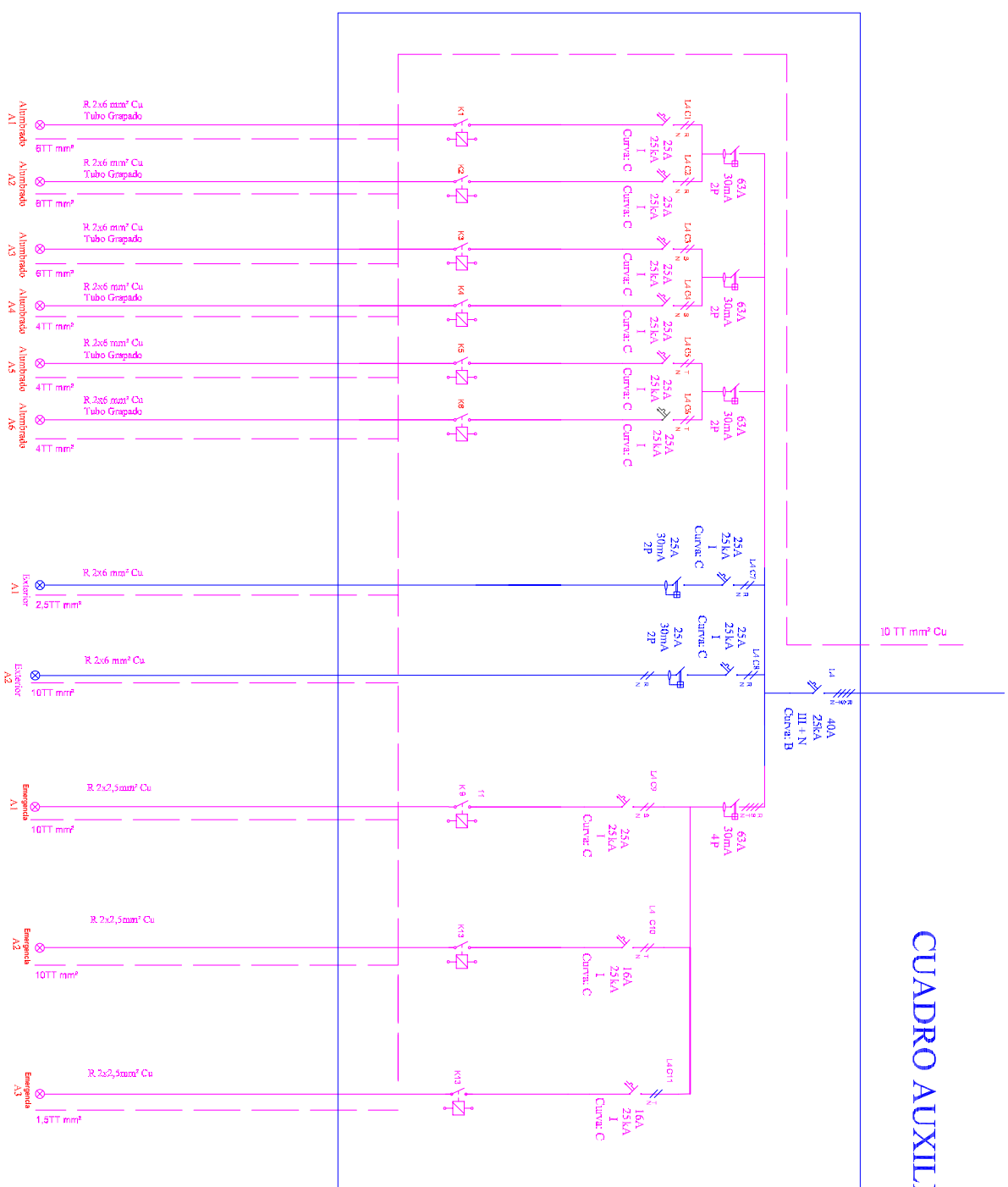
Monofásica 25A

2P + T









(aire acondicionado)


Cos φ: 0,8

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO:  DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL			
	PROYECTO:  INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO:  PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA			
PLANO:  CUADRO AUXILIAR 3		FIRMA:		FECHA:  11/09/2013	ESCALA:  S/E	Nº PLANOS  10

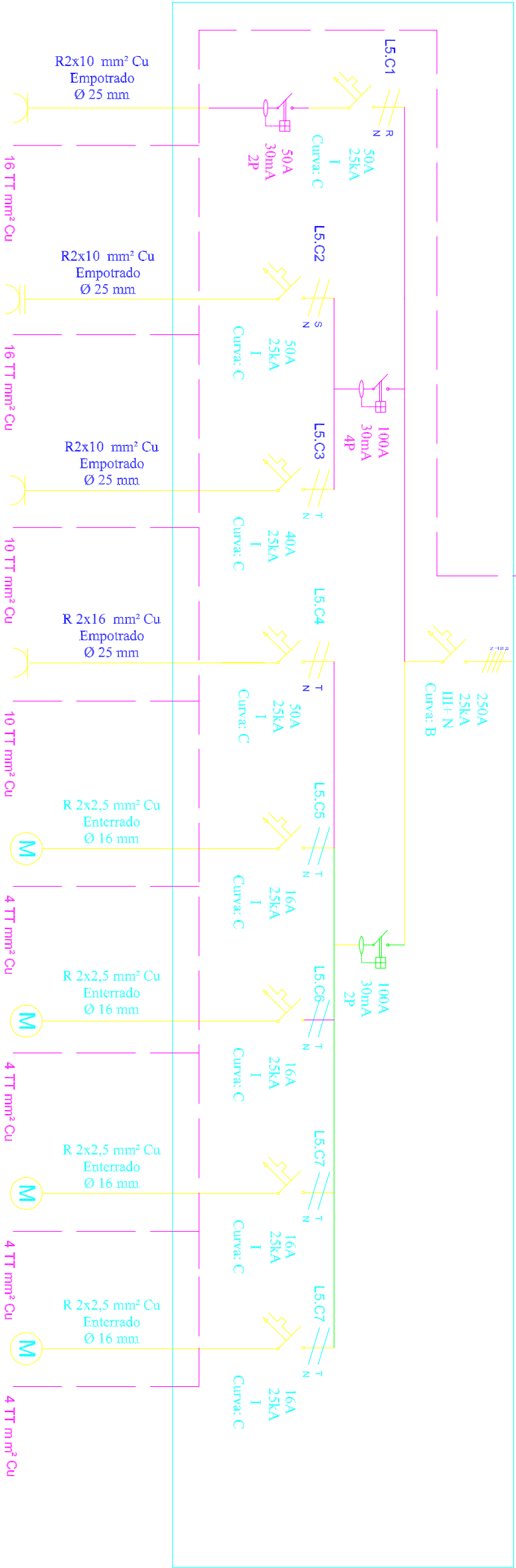


CUADRO AUXILIAR 4

LEYENDA	
	<p>LÍNEA MONOFÁSICA FASE: NEUTRO</p>
	<p>LÍNEA TRIFÁSICA RST + N</p>
	<p>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTERMICO</p>
	<p>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL</p>
	<p>ALUMBRADO GENERAL</p>
	<p>ALUMBRADO DE EMERGENCIA</p>
	<p>CONTACTORES PARA ENCENDIDO Y APAGADO</p>
	<p>CABLE DE PROTECCIÓN</p>

 <p> <b>Universidad Pública</b>  <b>de Navarra</b>  <b>Nafarroako</b>  <i>Unibertsitate Publikoa</i> </p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO:</p> <p><b>DEPARTAMENTO DE</b>  <b>PROYECTOS E ING. RURAL</b></p>
	<p><b>INGENIERO</b>  <b>TECNICO INDUSTRIAL E.</b></p>		
<p>PROYECTO:</p> <p><b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y</b>  <b>CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE</b>  <b>INDUSTRIAL</b></p>			<p>REALIZADO:</p> <p><b>PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA</b></p>
<p>PLANO:</p> <p><b>CUADRO AUXILIAR 4</b></p>			<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA:</p> <p><b>11/09/2013</b></p>	<p>ESCALA:</p> <p><b>S/E</b></p>	<p>Nº PLANO</p> <p><b>115</b></p>	<p>na</p>


CUADRO AUXILIAR 5



LEYENDA	
	LÍNEA MONOFÁSICA FASE-NEUTRO
	LÍNEA TRIFÁSICA RST + N
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNÉTICO DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	MÁQUINA
	CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

14 Tomas de corriente Monofásica 16A 2P + T Cos φ: 0,8	3 Tomas de corriente Monofásica (2x16 A) 2P + T Cos φ: 0,8	3 Tomas de corriente Monofásica 16A (aseos) 2P + T Cos φ: 0,8	3 Tomas de corriente Monofásica 25A 2P + T (aire acondicionado) Cos φ: 0,8
---	---	--	--

Secamanos aseo 1 2200 W Cos φ: 0,85	Secamanos aseo 2 2200 W Cos φ: 0,85	Secamanos vestuario 2200 W Cos φ: 0,85	Secamanos aseo 3 2200 W Cos φ: 0,85
---	---	--	---

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:  DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:  INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL			REALIZADO:  PEZONAGA NICASIO, ESTEFANÍA
PLANO:  CUADRO AUXILIAR 5			FIRMA:
FECHA: 11/09/2013			ESCALA: S/E
Nº PLANO: 12			





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento Nº4: Pliego de condiciones

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013

## INDICE

4.1	CONDICIONES GENERALES.....	7
4.1.1	OBJETO .....	8
4.1.2	AMBITO DE APLICACIÓN .....	8
4.1.3	CONDICIONES GENERALES.....	8
4.1.3.1	NORMAS GENERALES.....	8
4.1.3.2	ÁMBITO DE APLICACIÓN. ....	8
4.1.3.3	CONFORMIDAD Y VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES. ....	8
4.1.3.4	RESCISIÓN DEL CONTRATO. ....	8
4.1.3.5	CONDICIONES GENERALES.....	9
4.1.4	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	9
4.1.4.1	DATOS DE LA OBRA. ....	9
4.1.4.2	OBRAS QUE COMPRENDE. ....	9
4.1.4.3	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	10
4.1.4.4	PERSONAL. ....	10
4.2	CONDICIONES PARTICULARES.....	11
4.2.1	CONDICIONES PARTICULARES.....	12
4.2.1.1	DISPOSICIONES APLICABLES.....	12
4.2.1.2	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO. ....	12
4.2.1.3	PROTOTIPOS.....	12
4.2.2	NORMATIVA GENERAL.....	12
4.3	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	14
4.3.1	OBRA CIVIL. ....	15
4.3.2	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	15
4.3.2.1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA. ....	15
4.3.2.2	EQUIPOS DE MEDIDA. ....	16
4.3.2.3	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	16
4.3.2.4	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	16
4.3.2.5	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD. ....	17
4.3.2.6	DISPOSICIÓN DE REGISTRO. ....	17
4.4	REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN .....	18
4.4.1	OBJETIVO.....	19
4.4.2	CONDICIONES GENERALES.....	19
4.4.3	EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....	19
4.4.3.1	TRAZADO DE ZANJAS.....	19

4.4.3.2 TENDIDO DE CONDUCTORES: .....	19
4.4.3.3 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR. ....	20
4.4.3.4 CIERRE DE ZANJAS. ....	20
4.5 RECEPTORES.....	21
4.5.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	22
4.5.2 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN. ....	22
4.5.2.1 CONEXIONES DE RECEPTORES. ....	22
4.5.2.2 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN. ....	23
4.5.2.3 MATERIALES AUXILIARES. ....	23
4.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES.....	24
4.6.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	25
4.6.1.1 Protección contra sobreintensidades. ....	25
4.6.1.2 Protección contra sobrecargas.....	25
4.6.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN. ....	25
4.6.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN. ....	25
4.7 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....	27
4.7.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	28
4.7.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS. ....	28
4.7.2.1 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO. ....	29
4.8 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	30
4.8.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	31
4.8.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.....	31
4.8.3 LOCALES DE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES. ....	31
4.8.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA. ....	31
4.8.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS. ....	32
4.9 LOCAL .....	33
4.9.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	34
4.10 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA Y PUESTA A TIERRA.....	35
4.10.1 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.....	36
4.10.2 PUESTA A TIERRA. ....	36
4.10.2.1 GENERALIDADES.....	36
4.10.2.2 ENSAYOS.....	36
4.11 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL .....	38
4.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	39

4.11.2 ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS ELÉCTRICOS .....	39
4.11.3 MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN .....	39
4.11.4 MEDICIÓN DE TIERRAS .....	39
4.11.5 MEDIDA DE AISLAMIENTO .....	39
4.11.6 MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA .....	39
4.11.7 COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS .....	39
4.11.8 COMPROBACIÓN DE CONEXIONES. ....	40
4.12 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	41
4.12.1 CONTRATO. ....	42
4.12.2 ABONO DE LA OBRA .....	42
4.12.3 PRECIOS.....	42
4.12.4 REVISIÓN DE PRECIOS. ....	43
4.12.5 FIANZA.....	43
4.12.6 PENALIZACIONES.....	43
4.12.7 RESCISIÓN DEL CONTRATO. ....	43
4.12.8 DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA. ....	43
4.12.8.1 EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	43
4.12.8.2 EN MATERIA SOCIAL.....	44

## 4.1 CONDICIONES GENERALES

#### 4.1.1 OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican, no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar además de las indicadas todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Toda aquella instalación que se vaya a desarrollar en el presente proyecto, deberá cumplir la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como la reglamentación complementaria, además deberá cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centro de Transformación de Iberdrola.

#### 4.1.2 AMBITO DE APLICACIÓN

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial descrita anteriormente.

#### 4.1.3 CONDICIONES GENERALES.

##### 4.1.3.1 NORMAS GENERALES.

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

##### 4.1.3.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de la obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

##### 4.1.3.3 CONFORMIDAD Y VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.

Se aplicarán estas condiciones para todas incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

##### 4.1.3.4 RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estimado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

#### 4.1.3.5 CONDICIONES GENERALES.

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

### 4.1.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

#### 4.1.4.1 DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al contratista una copia de la Memoria, planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de la Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados en el Proyecto, salvo por aprobación previa del Director de Obra.

#### 4.1.4.2 OBRAS QUE COMPRENDE.

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando Nave Industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
- d) Colocación de luminarias.
- e) Colocación de cableado.
- f) Instalación de las protecciones eléctricas.
- g) Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
- h) Ejecución del centro de transformación.

### 4.1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra y convenido precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### 4.1.4.4 PERSONAL.

El contratista tiene la responsabilidad de contratación de toda la mano de obra necesaria para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en las fijadas en la normativa laboral.

Además debe seguir la normativa de las compañías suministradoras de fluidos, energía y combustibles. Es el encargado de notificar cualquier cambio que hubiese durante el desarrollo de la obra.

El Contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

La designación de esta persona la hace la Dirección Facultativa y también sus sustituciones, además debe entregarle mensualmente la lista del personal en obra tanto propio o subcontratado con justificación; cotizado por la Seguridad Social y con un seguro que cubra daños a propios y terceros.

La adjudicación a subcontratistas se realiza con sujeción al Plan de Trabajos, garantizan su instalación durante el mismo plazo indicado en el contrato para el contratista principal, siendo responsables de las reposiciones, sustituciones...

Incluimos los nombres de Jefe de Obra y Encargado, pudiendo ser los mismos. El encargado permanece en la obra durante todas las jornadas laborales.

El trabajo diario es limitado por las Leyes del lugar de trabajo. No se permiten horas extras sin autorización de la Dirección Facultativa, por lo que si el contratista no puede cumplir con el plan previsto, deberá ampliar la plantilla, pero nunca subsanar los retrasos mediante horas extras.



## 4.2 CONDICIONES PARTICULARES

## 4.2.1 CONDICIONES PARTICULARES.

### 4.2.1.1 DISPOSICIONES APLICABLES.

Antes de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

### 4.2.1.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

### 4.2.1.3 PROTOTIPOS.

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

## 4.2.2 NORMATIVA GENERAL.

- a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.
- d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la

instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.

- e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica. Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- f) Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

## 4.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 4.3.1 OBRA CIVIL.

Los Centros estarán constituidos enteramente con material no combustible, y los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubierta, puertas,...) deberán tener una resistencia al fuego.

Los muros del Centro deberán tener entre sus parámetros una resistencia mínima de 100000Ω. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm<sup>2</sup> cada una.

El Centro de Transformación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a 30 dB durante la noche y de 55 dB durante el día.

Ninguna de las aberturas del centro (rejillas) permitirá el paso de un objeto de 12mm de diámetro, y las rejillas que den a partes con tensión no dejarán pasar objetos de más de 2.5mm de diámetro.

### 4.3.2 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Las celdas empleadas permitirán la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

#### 4.3.2.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

El transformador instalado en este Centro de Transformación serán trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 4.3.2.2 EQUIPOS DE MEDIDA.

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida como para los montados en la caja de contadores:

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio
  - Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.
- Mantenimiento
  - Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.
  - Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.
  - Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### 4.3.2.3 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### 4.3.2.4 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

#### 4.3.2.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes... y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### 4.3.2.6 DISPOSICIÓN DE REGISTRO.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

#### 4.4 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN



#### 4.4.1 OBJETIVO.

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

#### 4.4.2 CONDICIONES GENERALES.

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión. Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de Obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

#### 4.4.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

##### 4.4.3.1 TRAZADO DE ZANJAS.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

##### 4.4.3.2 TENDIDO DE CONDUCTORES:

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por  $\text{mm}^2$  de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a  $0^{\circ}\text{C}$  no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una

zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Directo de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

#### 4.4.3.3 IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR.

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U.3305.

#### 4.4.3.4 CIERRE DE ZANJAS.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20 centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

## 4.5 RECEPTORES

#### 4.5.1 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc...), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreesfuerzos siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

#### 4.5.2 RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN.

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,90.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la ITCBT- 09 del RBT.

##### 4.5.2.1 CONEXIONES DE RECEPTORES.

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la ITC-BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada del aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación, alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente
- Cajas de conexión
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

#### 4.5.2.2 RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN.

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a éste.

#### 4.5.2.3 MATERIALES AUXILIARES.

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista. Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.

## 4.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

## 4.6.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

### 4.6.1.1 Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

### 4.6.1.2 Protección contra sobrecargas.

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

## 4.6.2 SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

## 4.6.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.



## 4.7 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

#### 4.7.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

#### 4.7.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

##### **Clase A:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección
- Conexiones equipotenciales.

##### **Clase B:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

#### 4.7.2.1 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO.

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
  - 24 voltios en locales conductores.
  - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra

Se utilizarán como dispositivos de corte automáticos sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente a la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

## 4.8 ALUMBRADOS ESPECIALES

#### 4.8.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

#### 4.8.2 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público.

Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

#### 4.8.3 LOCALES DE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES.

- a) Con alumbrado de emergencia: Todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios
- b) Con alumbrado de señalización: Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

#### 4.8.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos automáticos autónomos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidores de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

#### 4.8.5 INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

## 4.9 LOCAL

#### 4.9.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre el dispositivo de mando y protección preceptivo según la Instrucción MI BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrá las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates...), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre del cuadro general.
- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de las lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
  - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.
- g) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.



#### 4.10 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA Y PUESTA A TIERRA

#### 4.10.1 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Por la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

#### 4.10.2 PUESTA A TIERRA.

##### 4.10.2.1 GENERALIDADES.

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de BT.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el RBT y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc....

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

##### 4.10.2.2 ENSAYOS.

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el RBT y en el resto de normativa vigente.

Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

El tipo de ensayos a realizar, así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados por la NTE-IEP/1973: “Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra”.

## 4.11 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL

#### 4.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Terminadas las obras e instalaciones, y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la Dirección Facultativa procederá a la realización de los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el Contratista realizará cuantas modificaciones y operaciones sean necesarias para lograrlo.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de Recepción Provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por la Dirección Facultativa y visadas por el Colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente:

*"Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la Dirección Facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación y, si las mismas son las adecuadas, se procederá a redactar el documento de Recepción Provisional, al que se adjuntarán las siguientes actas".*

#### 4.11.2 ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS ELÉCTRICOS

Previa comprobación sobre el terreno, se recogerán en acta firmada por la Dirección Facultativa las siguientes medidas eléctricas que nunca podrán ser inferiores a las del Proyecto y a las preceptuadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias del mismo.

#### 4.11.3 MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

Con toda la instalación en marcha se medirá la tensión en la acometida desde el Centro de Transformación y en los extremos de los diversos circuitos, comprobándose si las caídas de tensión son las admitidas.

#### 4.11.4 MEDICIÓN DE TIERRAS

Se medirá la resistencia a tierra a lo largo de los elementos que componen el circuito de tierra y se comprobará que no es inferior al límite establecido.

#### 4.11.5 MEDIDA DE AISLAMIENTO

Con los correspondientes elementos de la instalación conectados, se medirá la resistencia de aislamiento de cada circuito y la total, comprobándose que no es inferior al límite establecido.

#### 4.11.6 MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Se medirá el factor de potencia de la acometida del Centro de Transformación, estando toda la instalación conectada y se comprobará que es superior o igual a 0,9.

#### 4.11.7 COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS

Se conectará por separado cada uno de los circuitos y se comprobará que las fases a las que están conectados son las que correspondan.

Seguidamente, se conectarán todos los elementos de la instalación y se medirá la Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

intensidad de régimen de cada una de las fases en el Centro de Transformación y se comprobará que le desequilibrio es inferior al admisible.

#### 4.11.8 COMPROBACIÓN DE CONEXIONES.

Se comprobará que la intensidad nominal de los circuitos no supere el valor de la  
Intensidad Máxima Admisible en el conductor protegido

## 4.12 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

#### 4.12.1 CONTRATO.

El contrato se define como un documento de carácter privado en el que se establecerán las condiciones económicas generales de común acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. El objetivo del contrato puede ser cambiado si es pedido por una de las dos partes, acarreando con todos los gastos que ello ocasione.

Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en términos previstos.

En el Contrato Privado de Adjudicación de Obra se establecerán los plazos de ejecución de la obra mutuo acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. Como fecha de comienzo se acogerá aquella que el Instalador comunique a la Propiedad en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha que se firme el Contrato.

Los documentos que componen el Proyecto Técnico son incorporados en el Contrato, y el Contratista junto con la Propiedad deberán firmarlos en testimonios de que los conocen y los acepta.

#### 4.12.2 ABONO DE LA OBRA

Durante la ejecución de la obra se establecerán mensualmente relaciones valoradas de las obras ejecutadas.

Estas certificaciones constan de:

- Valoración al origen de la obra realizada valorada con precios unitarios de acuerdo con el presupuesto base.
- Relación numerada y valorada al origen de las variaciones surgidas dentro del contexto de la contratada.
- Valor al origen de las nuevas partes de obra que han sido objeto de nuevos presupuestos.
- Valor al origen de obras realizadas por administración con detalle de partes de trabajo y relación de materiales valorados y suscritos por persona autorizada con la denominación.

La dirección facultativa podrá requerir del Contratista documentación acreditada de estar al corriente de pago de los suministradores, como condición imprescindible para aprobar una certificación.

Los materiales a certificar deberán estar instalados. No se abonarán certificaciones por acopio de materiales.

La última certificación de obra se presentará después de la Recepción Provisional, surtirá efecto de la liquidación definitiva, siempre y cuando así lo haga constar el Contratista dándose el título de certificación final.

Para la conformidad o reparos de esta certificación dispondrá la Dirección Facultativa de un plazo suplementario de 30 días, respecto al previsto para las certificaciones ordinarias.

La forma de pago serán las que se acuerden con la Propiedad a la firma del Contrato.

#### 4.12.3 PRECIOS.

El contratista presentará en el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el Proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

#### 4.12.4 REVISIÓN DE PRECIOS.

En el Contrato se establecerá si el Contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

#### 4.12.5 FIANZA.

El propietario tiene derecho a exigir al contratista una fianza o aval bancario del 5% del valor de las obras como máximo.

La fianza responderá a las deudas del Contratista, del reintegro de los pagos adelantados superiores al coste, del reconocimiento de los daños o perjuicios que puedan producirse como consecuencia del incumplimiento del contrato, de la calidad de la obra y del incumplimiento del Contratista.

Dicha fianza se devolverá una vez finalizado el plazo de garantía.

Dicha fianza sería retenida o utilizada por la Propiedad en caso que el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones o en caso de su demora indefinida.

La fianza deberá abonarse al Contratista en un plazo no superior a 15 días, desde la fecha del acto de recepción definitiva, teniendo en cuenta que a partir de ese momento tendrá un interés del 1% mensual.

#### 4.12.6 PENALIZACIONES.

Son establecidas por la Propiedad a la firma del Contrato.

#### 4.12.7 RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Si la ejecución de la obra no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podría proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

Si se da esta situación, se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos

#### 4.12.8 DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.

##### 4.12.8.1 EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

El contratista será responsable de todos los daños y perjuicios directos o indirectos que puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público privado durante la ejecución de las obras como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización de los trabajos.

#### 4.12.8.2 EN MATERIA SOCIAL.

Además será responsable de los perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes, de tráfico debido a una señalización de las obras insuficiente o defectuosa, o imputables a él.

Deberá cumplir todas las disposiciones vigentes y que se dicten en el futuro, sobre materia laboral y social y de seguridad en el trabajo.

Los permisos y licencias necesarias para la ejecución de obras con excepción de los correspondientes a las expropiaciones deberán ser obtenidos por el contratista. El contratista queda obligado a cumplir la Ley de contratos del Estado y su reglamento general de contratación (decreto 3354/1967); el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del Estado; el de cláusulas administrativas lo sucesivo lo sean y que afecten a obligaciones económicas y fiscales de todo orden y demás disposiciones de carácter social; la ordenanza general y seguridad e higiene en el trabajo y la ley de protección a la industria nacional.

Correrán a su cargo los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de alquiler o adquisición de terrenos, los de protección de la propia obra o los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de desvíos y rampas provisionales de acceso a tramos parciales o totalmente terminados, los de conservación durante el mismo plazo de toda clase de servicios y rampas prescritos en el proyecto u ordenado por el ingeniero director de la obra, los de conservación de desagües los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras: los de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y prueba.

El Contratista observará, además cuantas indicaciones le sean dictadas por el personal facultativo de la administración, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento del trabajo.

**Pamplona, Septiembre de 2013**

**Estefanía Pezonaga Nicasio**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento Nº5: Presupuesto

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013

## INDICE

5.1	CAPÍTULO I: LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN .....	4
5.1.1	LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN .....	5
5.2	CAPÍTULO II: PROTECCIONES .....	6
5.2.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	7
5.2.2	CUADRO AUXILIAR 1 .....	8
5.2.3	CUADRO AUXILIAR 2 .....	9
5.2.4	CUADRO AUXILIAR 3 .....	10
5.2.5	CUADRO AUXILIAR 4 .....	11
5.2.6	CUADRO AUXILIAR 5 .....	12
5.2.7	TABLA RESUMEN.....	13
5.3	CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES .....	14
5.3.1	CONDUCTORES.....	15
5.3.2	TUBOS .....	16
5.3.3	CANALIZACIONES .....	17
5.3.4	TABLA RESUMEN.....	17
5.4	CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA .....	18
5.4.1	PUESTA A TIERRA .....	19
5.5	CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO.....	20
5.5.1	ALUMBRADO INTERIOR.....	21
5.5.2	ALUMBRADO EXTERIOR .....	22
5.5.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	22
5.5.4	TABLA RESUMEN.....	23
5.6	CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS .....	24
5.6.1	TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES .....	25
5.7	CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA .....	26
5.7.1	BATERÍA DE CONDENSADORES .....	27
5.8	CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	28
5.8.1	OBRA CIVIL .....	29
5.8.2	CASETA DEL CENTRO .....	29
5.8.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA .....	29
5.8.4	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	30
5.8.5	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN .....	31

5.8.6	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO .....	32
5.8.7	TABLA RESUMEN .....	33
5.9	CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	34
5.9.1	SEGURIDAD Y SALUD .....	35
5.10	CAPÍTULO X: PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN .....	36
5.10.1	RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN .....	37

## 5.1 CAPÍTULO I: LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

## 5.1.1 LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.1.1	Marca: PRYSMIAN Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible (3x240 mm <sup>2</sup> ) Cobre	40	64,25	2.570,00
1.1.2	Marca: PRYSMIAN Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible (3x150 mm <sup>2</sup> ) Cobre	40	46,14	1.845,60
1.1.3	Tubo de XLPE corrugado de doble pared, de 225 mm de diámetro, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N.	40	5,25	210,00
1.1.4	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	40	3,15	126,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.751,60</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES



## 5.2.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.1.1	Armario metálico de distribución <i>Marca: Merlin Gerin</i> <i>Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de 15 módulos, de medidas: 1050x600x230mm, con su placa de montaje y puesta a tierra</i>	1	233,44	233,44
2.1.2	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: Micrologic 2.0 NS1250</i> <i>Poder De Corte: 70kA, Curva D, III+N</i> <i>Calibre: 1000 A</i>	1	4.689,85	4.689,85
2.1.3	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: Multi9 NG10N</i> <i>Poder De Corte: 25kA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 40 A</i>	2	270,37	540,74
2.1.4	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: Multi9 NG63N</i> <i>Poder De Corte: 25kA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 20 A</i>	1	135,19	135,19
2.1.5	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: NS160</i> <i>Poder De Corte: 36kA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 160 A</i>	1	678,84	678,84
2.1.6	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie:</i> <i>Poder De Corte: 50kA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 250 A</i>	2	998,97	1.997,94
2.1.7	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P Calibre: 63 A</i> <i>Sensibilidad: 300 mA.</i>	1	524,33	524,33
2.1.8	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P Calibre: 300 A</i> <i>Sensibilidad: 300 mA.</i>	3	978,25	2.934,75
			<b>Subtotal</b>	<b>11.735,08</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2.2 CUADRO AUXILIAR 1

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Importe (€)
2.2.1	Armario metálico de distribución <i>Marca: Merlin Gerin</i> <i>Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x230mm</i>	1	187,72	187,72
2.2.2	Interruptor automático <i>Merlin Gerin</i> <i>Serie: C60N</i> <i>Poder de Corte: 6 KA, Curva C, 3P</i> <i>Calibre: 3 A</i>	5	45,10	225,50
2.2.3	Interruptor automático <i>Merlin Gerin</i> <i>Serie: Multi9 NG63N</i> <i>Poder De Corte: 25kA, Curva D, III+N</i> <i>Calibre: 20 A</i>	2	135,19	270,38
2.2.4	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C60</i> <i>Calibre: 10 A</i> <i>Sensibilidad: 300 mA.</i>	2	193,25	386,5
			<b>Subtotal</b>	<b>1.070,10</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2.3 CUADRO AUXILIAR 2

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.3.1	Armario metálico de distribución <i>Marca: Merlin Gerin</i> <i>Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x230mm</i>	1	166,63	166,63
2.3.2	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: C120N</i> <i>Poder de Corte: 25 KA, Curva D, III+N</i> <i>Calibre: 40 A</i>	1	379,63	379,63
2.3.3	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: C60N</i> <i>Poder de Corte: 10 KA, Curva C, 3P</i> <i>Calibre: 10 A</i>	3	71,56	214,68
2.3.4	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P Calibre: 25 A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	2	138,87	277,74
			<b>Subtotal</b>	<b>1.038,68</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2.4 CUADRO AUXILIAR 3

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.4.1	Armario metálico de distribución <i>Marca: Merlin Gerin</i> <i>Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x230mm</i>	1	187,72	187,72
2.4.2	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: NS160</i> <i>Poder De Corte: 36kA, Curva D, III+N</i> <i>Calibre: 160 A</i>	1	715,32	715,32
2.4.3	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: Multi9 NG10N</i> <i>Poder De Corte: 20kA, Curva C, I</i> <i>Calibre: 40 A</i>	3	270,37	811,11
2.4.4	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: Multi9 NG10N</i> <i>Poder De Corte: 25kA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 40 A</i>	1	270,37	270,37
2.4.5	Interruptor diferencial <i>Merlín Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C120</i> <i>Calibre: 80 A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	1	266,03	266,03
2.4.6	Interruptor diferencial <i>Merlín Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigi C120</i> <i>Calibre: 40 A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	2	185,12	370,24
			<b>Subtotal</b>	<b>2.620,79</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2.5 CUADRO AUXILIAR 4

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.5.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin, Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 24 módulos, de medida: 450x600x230mm. Ref.: 08302	1	458,75	458,75
2.5.2	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> Serie: Multi9 NG10N Poder De Corte: 25kA, Curva D, III+N Calibre: 40 A	1	270,37	270,37
2.5.3	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> Serie: C32N Poder de Corte: 25 KA, Curva C, 1P Calibre: 25 A	9	53,39	480,51
2.5.4	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> Serie: C60N Poder de Corte: 25 KA, Curva C, 1P Calibre: 16 A	2	54,98	109,96
2.5.5	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> Clase AC, Tipo ID, 2 P, Vigi C60 Calibre: 100 A Sensibilidad: 30 mA.	1	405,07	405,07
2.5.6	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> Clase AC, Tipo ID, 2 P, Vigi C60 Calibre: 25 A Sensibilidad: 300 mA.	1	233,42	233,42
2.5.7	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> Clase AC, Tipo ID, 2 P, Vigi C60 Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA.	1	138,87	138,87
2.5.8	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> Clase AC, Tipo ID, 2 P, Vigi C60 Calibre: 50 A Sensibilidad: 30 mA.	1	256,76	256,76
			<b>Subtotal</b>	<b>2.353,71</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2.6 CUADRO AUXILIAR 5

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.6.1	Armario metálico de distribución <i>Marca: Merlin Gerin</i> <i>Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 450x600x230mm</i>	1	213,16	213,16
2.6.2	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: Multi9 NG10N</i> <i>Poder De Corte: 20kA, Curva C, I</i> <i>Calibre: 40 A</i>	1	270,37	270,37
2.6.3	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: C60N</i> <i>Poder de Corte: 25 KA, Curva C, 1P</i> <i>Calibre: 16 A</i>	3	54,98	164,94
2.6.4	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie:</i> <i>Poder De Corte: 50kA, Curva D, III+N</i> <i>Calibre: 250 A</i>	1	998,97	998,97
2.6.5	Interruptor automático <i>Merlín Gerin</i> <i>Serie: C120N</i> <i>Poder de Corte: 25 KA, Curva C, I</i> <i>Calibre: 50 A</i>	3	352,83	1.058,49
2.6.7	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 2 P Calibre: 100 A</i> <i>Sensibilidad: 300 mA.</i>	1	615,86	615,86
2.6.8	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P Calibre: 300 A</i> <i>Sensibilidad: 300 mA.</i>	1	978,25	978,25
			<b>Subtotal</b>	<b>4.300,04</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.2.7 TABLA RESUMEN

<b>SUBTOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO II</b>	<b>IMPORTE (Euros)</b>
<b>2.1</b>	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	<b>11.735,08</b>
<b>2.2</b>	CUADRO AUXILIAR 1	<b>1.070,10</b>
<b>2.3</b>	CUADRO AUXILIAR 2	<b>1.038,68</b>
<b>2.4</b>	CUADRO AUXILIAR 3	<b>2.620,79</b>
<b>2.5</b>	CUADRO AUXILIAR 4	<b>2.353,71</b>
<b>2.6</b>	CUADRO AUXILIAR 5	<b>4.300,04</b>
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>23.136,4</b>

### 5.3 CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES



## 5.3.1 CONDUCTORES

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio Unitario (€/m)	Importe (€)
3.1.1	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x1,5/1,5+1,5TT mm <sup>2</sup> Cobre	129	3,936	507,74
3.1.2	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x2,5+2,5TT mm <sup>2</sup> Cobre	85	2,830	240,55
3.1.3	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x2,5/2,5+2,5TT mm <sup>2</sup> Cobre	112	3,270	366,24
3.1.4	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x4/4+4TT mm <sup>2</sup> Cobre	15	7,966	119,49
3.1.5	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x6+6TT mm <sup>2</sup> Cobre	171	7,095	1.213,25
3.1.6	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x6+6TT mm <sup>2</sup> Cobre	22	8,490	186,78
3.1.7	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x10+10TT mm <sup>2</sup> Cobre	77	11,676	899,05
3.1.8	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x10/10+10TT mm <sup>2</sup> Cobre	68	20,106	1.367,21
3.1.9	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x16+10TT mm <sup>2</sup> Cobre	98	15,682	1.536,84
3.1.10	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x70/35+35TT mm <sup>2</sup> Cobre	8	34,014	272,11
3.1.11	Marca: Prysmian Cable RV-K 0.6/ 1 kV Flexible 3x95/50+50TT mm <sup>2</sup> Cobre	2	37,586	75,17
			<b>Subtotal</b>	<b>6.784,43</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.3.2 TUBOS

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.2.1	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20º C. Ø 25 mm	129	0,40	51,60
3.2.2	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20º C. Ø 40 mm	15	0,91	13,65
3.2.3	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20º C. Ø 63 mm	10	1,80	18,00
3.2.4	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Ø 16 mm	284	5,38	1.527,92
3.2.5	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Ø 20 mm	112	6,27	702,24
3.2.6	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Ø 25 mm	210	7,45	1.564,50
3.2.7	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Ø 32 mm	22	9,08	199,76
3.2.8	Tubo de acero flexible galvanizado, incluido fijaciones y material complementario. Ø 63 mm	5	14,10	70,50
3.2.9	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares.			150,00
			<b>Subtotal</b>	<b>4.298,17</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.3.3 CANALIZACIONES

Nº de orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.3.1	Metros de Bandeja portacables de malla <i>Marca: Pemsaband Modelo: Standard G.S</i> <i>Dimensiones: 200x35 mm.</i>	102	11,18	1140,36
3.3.2	Soporte para la bandeja (cada 3 m) <i>Marca: Pensaband</i> <i>Modelo: Omega</i>	34	6,26	212,84
3.3.3	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.			300
			<b>Subtotal</b>	<b>1.653,20</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.3.4 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO III	IMPORTE (Euros)
3.1	CONDUCTORES	6.784,43
3.2	TUBOS	4.298,17
3.3	CANALIZACIONES	1.653,20
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>12.735,80</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.		

## 5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

## 5.4.1 PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
4.1.1	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra, otros accesorios y mano de obra.	6	12,32	73,88
4.1.2	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluida mano de obra.	6	26,27	158,43
4.1.3	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm de sección.	50	6,15	369,00
4.1.4	Kits de soldadura aluminotérmica. Totalmente instalada.	26	7,36	191,36
4.1.5	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios y mano de obra.	1	21,63	21,63
4.1.6	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>964,30</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO

## 5.5.1 ALUMBRADO INTERIOR

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.1.1	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O	2	160,00	320,00
5.1.2	PHILIPS BY460P 1xLED100S/740 HRO GC	24	1.171,00	28.104,00
5.1.3	PHILIPS HBW501 1xHPL-C80W	1	693,00	693,00
5.1.4	PHILIPS CR436B W62L62 1xLED48/830 AC-MLO	5	1.000,00	5.000,00
5.1.5	PHILIPS BBS4701xDLED-3000 C PGO	15	180,00	2.700,00
5.1.6	PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/830 MLO-PC	24	684,00	16.416,00
5.1.7	PHILIPS BPS800 1xLXML/WW PC-MLO	8	5.394,00	43.152,00
			<b>Subtotal</b>	<b>96.385,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.2.1	Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox	16	476,00	7.616,00
			<b>Subtotal</b>	<b>7.616,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.5.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.3.1	ETAP K231/2P Single-sided foil	13	262,00	3.406,00
5.3.2	ETAP K244/6N-E Double-sided foil	27	280,00	7.560,00
5.3.3	ETAP K719/3P2 Without	9	180,00	1.620,00
			<b>Subtotal</b>	<b>12.586,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				



## 5.5.4 TABLA RESUMEN

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO V	IMPORTE (Euros)
5.1	ALUMBRADO INTERIOR	96.385,00
5.2	ALUMBRADO EXTERIOR	7.616,00
5.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	12.586,00
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>116.587,00</b>

## 5.6 CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS

## 5.6.1 TOMAS DE CORRIENTE, BASES, INTERRUPTORES

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
6.1.1	Toma corriente Monofásica 16 A (2P + T) <i>Marca: Legrand; IP 44</i>	27	4,87	131,49
6.1.2	Toma corriente Monofásica 25 A (2P + T) <i>Marca: Legrand; IP 44</i>	8	5,46	43,68
6.1.3	Toma corriente Monofásica 32 A (2x16 A) <i>Marca: Legrand; IP 44</i>	8	9,99	79,92
6.1.4	Toma corriente Monofásica 16 A (4P + T) <i>Marca: Legrand; IP 44</i>	4	6,85	27,40
6.1.5	Base de enchufe con placa y marco incorporados, 2P + T 16A, 230V <i>Serie: Ibiza, Marca: BJC</i>	40	8,34	333,60
6.1.6	Base de enchufe con placa y marco incorporados, 2P + T 16A, 230V <i>Serie: Ibiza, Marca: BJC</i>	4	8,56	34,24
6.1.7	Base de enchufe con placa y marco incorporados, 2P + T 25A, 250V <i>Serie: Ibiza, Marca: BJC</i>	8	8,78	70,24
6.1.8	Relé Temporizado Merlin Gerin	24	74,92	1.798,08
			<b>Subtotal</b>	<b>2.518,65</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.7 CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

## 5.7.1 BATERÍA DE CONDENSADORES

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
7.1.1	Suministro y montaje de batería automática de condensadores modelo Varset Fast, formada por cinco escalones de 25 +25 + 25 + 25 + 25 = 125 kVAr, con dimensiones 2000x800x600 mm, con embarrado, fusible y contadores formando un conjunto compacto y protegido contra contacto directo.	1	7.705,89	7.705,89
			<b>Subtotal</b>	<b>7.705,89</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## 5.8.1 OBRA CIVIL

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
8.1.1	Excavación de foso para alojar el edificio prefabricado, apertura por medios mecánicos, en cualquier tipo de terreno, retirada productos de la excavación y transporte a vertedero. Incluidos accesorios y mano de obra. <i>Largura: 5,26 m Anchura: 3,18 m</i>	1	855,00	855,00
			<b>Subtotal</b>	<b>855,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.8.2 CASETA DEL CENTRO

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
8.2.1	Edificio de hormigón prefabricado <i>Marca: ORMAZABAL Modelo: PFU-4.</i> Incluyendo transporte y montaje	1	8360,07	8360,07
			<b>Subtotal</b>	<b>8360,07</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.8.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
8.3.1	Transformador 630 Kva <i>Marca: ORMAZABAL Modelo: PFU-4.</i> Incluyendo transporte y montaje	1	10.897,00	10.897,00
			<b>Subtotal</b>	<b>10.987,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.8.4 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
8.4.1	CELDA REMONTE:	1	1.245,00	1.245,00
	Celda CMR <i>Características físicas: Ancho = 370 mm, Alto = 1800 mm Fondo = 850 mm, Peso = 135 Kg. Incluido transporte, montaje y conexión.</i>			
8.4.2	CELDA DE MEDIDA:	1	4.960,00	4.960,00
	Celda: CGM-CMM-24 <i>Marca: ORMAZABAL. Características eléctricas: Vn = 24 KV. Características físicas: Ancho = 800 mm, Alto = 1800 mm Incluido transporte, montaje y conexión.</i>			
8.4.3	CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES:	1	4.050,00	4.050,00
	Celda: CGM-CMP-F-24 <i>Marca: ORMAZABAL. Celda dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Características eléctricas: Vn = 24 kV, In = 400 A Características físicas: Ancho = 420 mm, Alto = 1800 mm Fondo = 850 mm, Peso = 125 Kg. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV v 63A.</i>			
			<b>Subtotal</b>	<b>10.255,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				



## 5.8.5 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
8.5.1	Armario metálico de distribución <i>Marca: Merlin Gerin</i> <i>Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de 19 módulos, de medidas: 1050x600x230mm, con su placa de montaje y puesta a tierra.</i>	1	395,40	395,40
8.5.2	Interruptor automático <i>Merlin Gerin</i> <i>Serie: C32N</i> <i>Poder de Corte: 25 KA, Curva B, 1P</i> <i>Calibre: 25 A</i>	1	53,39	53,39
8.5.3	Interruptor automático <i>Merlin Gerin</i> <i>Serie: K60N</i> <i>Poder de Corte: 25 KA, Curva B, 2P</i> <i>Calibre: 1 A</i>	1	63,05	63,05
8.5.4	Interruptor automático <i>Merlin Gerin</i> <i>Serie: Micrologic 2.0 NS1250</i> <i>Poder De Corte: 25kA, Curva C, III+N</i> <i>Calibre: 1000 A</i>	1	4.689,85	4.689,85
8.5.5	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigí C60</i> <i>Calibre: 1000 A</i> <i>Sensibilidad: 500 mA.</i>	1	5456,69	156,69
8.5.6	Interruptor diferencial <i>Merlin Gerin</i> <i>Clase AC, Tipo ID, 4 P, Vigí C60</i> <i>Calibre: 40 A</i> <i>Sensibilidad: 30 mA.</i>	1	156,69	156,69
8.5.7	ETAP K231/2P Single-sided foil	1	262,00	262,00
8.5.8	ETAP K244/6N-E Double-sided foil	1	280,00	280,00
8.5.9	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O	2	160,00	320,00
8.5.10	Toma corriente Monofásica 16 A (2P + T) <i>Marca: Legrand; IP 44</i>	2	4,87	9,74
8.5.11	Base de enchufe con placa y marco incorporados, 2P + T 16A, 230V <i>Serie: Ibiza, Marca: BJC</i>	2	8,78	17,56
8.5.12	Doble interruptor, 10A, 250V <i>Serie: Ibiza, Marca: BJC</i>	2	13,22	26,44
8.5.13	<i>Marca: Prysmian</i> Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x1,5+1,5TT mm <sup>2</sup> Cobre	4	2,560	10,24
8.5.14	<i>Marca: Prysmian</i> Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible 2x4+4TT mm <sup>2</sup> Cobre	2	5,064	10,13

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

## PRESUPUESTO

<b>8.5.15</b>	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20° C. Ø 16 mm	6	0,25	1,5
<b>8.5.16</b>	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares			150,00
			<b>Subtotal</b>	<b>6.602,68</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

### 5.8.6 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
<b>8.6.1</b>	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 5 x 3 m a 0,8 m de <i>profundidad</i> con conductor desnudo de cobre de 50 mm <sup>2</sup> y 8 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de <i>diámetro</i> y 4 metros de <i>largo</i> . Incluso línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Incluso arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluso soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1	980,00	980,00
<b>8.6.2</b>	Tierra de servicio realizada en hilera con 21 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> uniendo 8 picas de 14 mm de <i>diámetro</i> y 2m de <i>longitud</i> separada 3 m entre sí a 0,8 m de <i>profundidad</i> , unido al centro de transformación por conductor de cobre de 50 mm <sup>2</sup> RV-K 0.6/1 KV. Incluso arqueta de registro y caja de seccionamiento. Incluso elementos de conexión. Totalmente instalado y conexionado.	1	590,00	590,00
			<b>Subtotal</b>	<b>1.570,00</b>
Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.				

## 5.8.7 TABLA RESUMEN

<b>SUBTOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO VIII</b>	<b>IMPORTE (Euros)</b>
<b>8.1</b>	OBRA CIVIL	855,00
<b>8.2</b>	CASETA DEL CENTRO	8.360,07
<b>8.3</b>	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	10.897,00
<b>8.4</b>	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	10.255,00
<b>8.5</b>	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	6.602,68
<b>8.6</b>	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1.570,00
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>38.539,75</b>

## 5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD

Este apartado queda completamente descrito en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, donde queda detallado cada elemento necesario para la ejecución		
	<b>Subtotal</b>	<b>30.007,02</b>

## 5.10 CAPÍTULO X: PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

## 5.10.1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (Euros)
CAPÍTULO I	LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	4.751,60
CAPÍTULO II	PROTECCIONES	23.136,4
CAPÍTULO III	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	12.735,80
CAPÍTULO IV	PUESTA A TIERRA	964,30
CAPÍTULO V	EQUIPOS DE ALUMBRADO	116.587,00
CAPÍTULO VI	ELEMENTOS VARIOS	2.518,65
CAPÍTULO VII	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	7.705,89
CAPÍTULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	38.539,75
CAPÍTULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	30.007,02
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>236.946,41</b>
	BENEFICIO INDUSTRIAL (5%)	11.905,64
	GASTOS GENERALES (10%)	23.811,28
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJ. POR CONTRATA SIN IVA</b>	<b>272.663,33</b>
	IVA (21%)	57.259,29
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>329.922,63</b>
	REDACCIÓN DEL PROYECTO (4%)	13.196,9
	DIRECCIÓN DE LA OBRA (4%)	13196,9
<b>TOTAL</b>	<b>PRESUPESTO TOTAL</b>	<b>356.316,43</b>

El total del presente presupuesto asciende a la cantidad de “DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y DOS”

PETICIONARIO

Ingeniero Técnico: **Estefanía Pezonaga Nicasio**

En Pamplona a ..... de ..... de .....

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial







# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento Nº6: Estudio de Seguridad y Salud

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013

## INDICE

6.1	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	7
6.1.1	INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	8
6.1.1.1	OBJETO DEL ESTUDIO.....	8
6.1.1.2	DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	8
6.1.1.3	OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS. ....	8
6.1.1.4	DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	9
6.1.1.5	DATOS DE LA OBRA. ....	9
6.1.2	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA .....	9
6.1.2.1	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO. ....	9
6.1.2.2	EMPLAZAMIENTO.....	9
6.1.2.3	ACCESOS Y VALLADO.....	9
6.1.2.4	INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS. ....	9
6.1.2.5	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ....	10
6.1.3	RIESGOS.....	10
6.1.3.1	RIESGOS PROFESIONALES. ....	10
6.1.3.2	RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	10
6.1.4	INSTALACIONES PROVISIONALES. ....	11
6.1.4.1	INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA. ....	11
6.1.4.2	INSTALACIÓN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	12
6.1.5	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	13
6.1.5.1	DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES. ....	13
6.1.5.1.1	Estabilidad y solidez. ....	13
6.1.5.1.2	Instalaciones de suministro y reparto de energía.....	13
6.1.5.1.3	Vías y salidas de emergencia.....	14
6.1.5.1.4	Detección y lucha contra incendios. ....	14
6.1.5.1.5	Ventilación. ....	14
6.1.5.1.6	Exposición a riesgos particulares. ....	14
6.1.5.1.7	Temperatura. ....	15
6.1.5.1.8	Iluminación.....	15
6.1.5.1.9	Puertas y portones. ....	15
6.1.5.1.10	Vías de circulación y zonas peligrosas.....	15
6.1.5.1.11	Muelles y rampas de carga. ....	16

6.1.5.1.12	Espacio de trabajo.....	16
6.1.5.1.13	Primeros auxilios.....	16
6.1.5.1.14	Servicios higiénicos. ....	16
6.1.5.1.15	Locales de descanso o de alojamiento.....	17
6.1.5.1.16	Mujeres embarazadas y madres lactantes. ....	17
6.1.5.1.17	Disposiciones varias. ....	17
6.1.5.2	DISPOSICIONES MÍNIMAS EN EL INTERIOR DE LOS LOCALES.....	18
6.1.5.2.1	Estabilidad y solidez. ....	18
6.1.5.2.2	Puertas de emergencia. ....	18
6.1.5.2.3	Ventilación. ....	18
6.1.5.2.4	Temperatura. ....	18
6.1.5.2.5	Suelos, paredes y techos de los locales.....	18
6.1.5.2.6	Ventanas y vanos de iluminación cenital. ....	18
6.1.5.2.7	Puertas y portones. ....	19
6.1.5.2.8	Vías de circulación.....	19
6.1.5.2.9	Dimensiones y volumen de aire de los locales.....	19
6.1.5.3	DISPOSICIONES MÍNIMAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES. ....	19
6.1.5.3.1	Estabilidad y solidez. ....	19
6.1.5.3.2	Caídas de objetos. ....	19
6.1.5.3.3	Caídas de altura.....	20
6.1.5.3.4	Factores atmosféricos. ....	20
6.1.5.3.5	Plataformas y escaleras.....	20
6.1.5.3.6	Aparatos elevadores. ....	21
6.1.5.3.7	Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales. 21	
6.1.5.3.8	Instalaciones, máquinas y equipos.....	22
6.1.5.3.9	Movimientos de tierras, excavaciones y pozos.....	22
6.1.5.3.10	Instalaciones de distribución de energía ....	23
6.1.5.3.11	Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas 23	
6.1.6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS.....	23
6.1.6.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	23
6.1.6.2	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	24
6.1.6.3	FORMACIÓN. ....	25
6.1.6.4	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	25

6.1.6.5 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS. ....	25
6.1.6.6 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN. ....	25
6.1.7 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN. ....	26
6.1.7.1 PROTECCIONES PERSONALES. ....	27
6.1.7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS. ....	27
6.1.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	27
6.2 PLIEGO DE CONDICIONES. ....	28
6.2.1 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA FACULTATIVA. ....	29
6.2.1.1 INTRODUCCIÓN. ....	29
6.2.1.2 LIBRO DE INCIDENCIAS. ....	29
6.2.1.3 DELEGADO PREVENCIÓN - COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	30
6.2.1.4 OBLIGACIONES DE LAS PARTES. ....	30
6.2.1.4.1 Promotor. ....	30
6.2.1.4.2 Contratista. ....	30
6.2.1.4.3 Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución. ....	30
6.2.1.4.4 Trabajadores. ....	31
6.2.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA TÉCNICA. ....	32
6.2.2.1 MATERIALES. ....	32
6.2.2.2 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN. ....	32
6.2.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. ....	32
6.2.2.4 PROTECCIONES COLECTIVAS. ....	32
6.2.2.5 BOTIQUÍN. ....	33
6.2.2.5.1 Instalaciones de Higiene y Bienestar. ....	34
6.2.2.5.2 Control de la efectividad de la Prevención. ....	34
6.2.2.5.3 Cuadro de control. ....	34
6.2.2.5.4 Índices de Control. ....	34
6.2.2.5.5 Partes de Accidentes y Deficiencias. ....	35
6.2.3 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA LEGAL. ....	35
6.2.3.1 DISPOSICIONES LEGALES. ....	35
6.2.4 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA ECONOMICA. ....	36
6.2.4.1 NORMAS DE CERTIFICACIÓN. ....	36
6.3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO. ....	37
6.3.1 CAPÍTULO 01 INSTALACIONES PROV. DE OBRA. ....	38
6.3.2 CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIONES. ....	41
6.3.3 CAPÍTULO 03 PROTECCIONES COLECTIVAS. ....	42

6.3.4	CAPÍTULO 04 PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	46
6.3.5	CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD.....	50
6.4	ANEXO: PLANOS .....	51
6.4.1	INSTALACIÓN PROVISIONAL DE OBRA. LEYENDA .....	52
6.4.2	INSTALACIÓN PROVISIONAL DE OBRA .....	53
6.4.3	DIFERENCIALES EN CASCADA .....	54
6.4.4	GRUPOS ELECTRÓGENOS .....	55
6.4.5	CUADRO SECUNDARIO PARA INSTALACIÓN AUXILIAR DE OBRA.....	56
6.4.6	PUESTAS A TIERRA I.....	57
6.4.7	PUESTAS A TIERRA II.....	58
6.4.8	CASSETAS PREFABRICADAS (ASEO, COMEDOR Y VESTUARIOS I) .....	59
6.4.9	MEDIOS AUXILIARES ANDAMIOS .....	60
6.4.10	ZONA DE VALLADO EN OBRA .....	61
6.4.11	CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRA I .....	62
6.4.12	SEÑALES DE MANIOBRA II.....	63
6.4.13	SEÑALES DE OBLIGACIÓN.....	64
6.4.14	EL COLOR EN LA SEGURIDAD .....	65
6.4.15	SEÑALES DE ADVERTENCIA .....	66
6.4.16	SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD .....	67
6.4.17	SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81500).....	68
6.4.18	SEÑALES DE PELIGRO .....	69
6.4.19	SEÑALES DE INDICACIÓN .....	70
6.4.20	SEÑALES DE REGLAMETACIÓN Y PRIORIDAD.....	71
6.4.21	SEÑALES DE INDICACIÓN .....	72
6.4.22	ELEMENTOS LUMINOSOS.....	73
6.4.23	SEÑALES DE ADVERTENCIA .....	74
6.4.24	SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD .....	75
6.4.25	SEÑALES DE PELIGRO .....	76
6.4.26	SEÑALES MANUALES .....	77
6.4.27	SEÑALES DE SALVAMENTO .....	78
6.4.28	PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	79
6.4.28.1	CASCO DE SEGURIDAD .....	79
6.4.28.2	BOTA DE SEGURIDAD CLASE III .....	80
6.4.28.3	. GUANTES Y PROTECTOR AUDITIVO.....	81
6.4.28.4	. MASCARILLA ANTIPOLVO I .....	82

6.4.28.5	MASCARILLA ANTIPOLVO II .....	83
6.4.28.6	. GAFAS CONTRA IMPACTOS .....	84
6.4.28.7	. CINTURÓN DE SEGURIDAD.....	85
6.4.28.8	PROTECCIONES PARA SOLDADURA.....	86
6.4.29	NORMAS DE SEGURIDAD .....	87
6.4.29.1	ANDAMIOS I .....	87
6.4.29.2	ANDAMIOS .....	88
6.4.29.3	ANDAMIOS .....	89
6.4.29.4	ANDAMIOS .....	90
6.4.29.5	ANDAMIOS .....	91
6.4.29.6	ANDAMIOS .....	92
6.4.29.7	ESCALERAS DE MANO .....	93
6.4.29.8	PRECAUCIONES CON LA MAQUINARIA .....	94

## 6.1 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 6.1.1 INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 6.1.1.1 OBJETO DEL ESTUDIO.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la presente obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento. También establece las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

En aplicación del presente Estudio, el o los Contratistas elaborarán el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El presente Estudio básico de Seguridad se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

La salud según la Organización Mundial de la Salud es el completo bienestar físico, mental y social. Es un proceso permanente de desarrollo pudiendo perderse o recuperarse según las condiciones laborales.

Seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional a personas o bienes.

### 6.1.1.2 DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

En las obras objeto de este Proyecto, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del mismo.

En este sentido, y en aplicación de lo dispuesto en el art. 3 del Real Decreto 1.627/1997, el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del Proyecto ha sido el Ingeniero que lo suscribe.

Si en la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

### 6.1.1.3 OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS.

El Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto ha de redactarse, al concurrir el supuesto a) del Art. 4.1 del RD 1.627/1997:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

#### 6.1.1.4 DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Denominación del Proyecto: Instalación Eléctrica en Baja Tensión de una nave Industrial con centro de transformación.

La redacción de este Estudio Básico de Seguridad y Salud recae sobre el Ingeniero que lo suscribe.

#### 6.1.1.5 DATOS DE LA OBRA.

La obra se ejecutara previsiblemente en el plazo de un mes.

### 6.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

#### 6.1.2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.

Alimentar mediante el suministro de energía eléctrica y asegurar calidad del servicio en toda la zona de influencia, donde se encuentra la nave, con garantías de seguridad y regularidad.

Atendiendo, así mismo, a las actuales demandas sociales relacionadas con la seguridad y conservación del Medio Ambiente.

#### 6.1.2.2 EMPLAZAMIENTO.

El proyecto se va a desarrollar en la provincia de Navarra, más concretamente será en el Polígono Industrial de Egües, que se encuentra ubicado en la carretera NA-150 Pamplona-Aoiz (Navarra).

#### 6.1.2.3 ACCESOS Y VALLADO.

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá de vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

#### 6.1.2.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Se establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos.

Antes de iniciarse los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas... y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

### 6.1.2.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

### 6.1.3 RIESGOS.

#### 6.1.3.1 RIESGOS PROFESIONALES.

\* Instalación de protección contra incendios, fontanería y bajantes:

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas de altura.

\* Instalación de canalización eléctrica.

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

\* Riesgos eléctricos en general:

- Derivados de las máquinas eléctricas, conducciones, cuadros, etc. que se utilizan o producen electricidad.

\* Riesgos meteorológicos:

- Por efectos mecánicos del viento: caídas de personas, caídas de objetos desprendidos, desplazamientos de objetos suspendidos por grúas, etc.
- Por efectos de la lluvia o tormentas con aparato eléctrico: deslizamientos de tierras, caídas por pérdidas de equilibrio, electrocución, etc.

#### 6.1.3.2 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

\* Presencia de personas ajenas en el interior de las parcela de la propiedad:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Atropellos.

\* Salida del personal de la obras a las vías públicas:

- Caídas.
- Atropellos.
- Colisiones de vehículos.

## 6.1.4 INSTALACIONES PROVISIONALES.

### 6.1.4.1 INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA.

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiere.

A continuación se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor onipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magneto térmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto en todas las masas y el valor de la toma de tierra es  $< 10\Omega$ . Además en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magneto térmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios, donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Se colocarán estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

#### Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos.

#### Medidas de prevención a aplicar

- Solo podrá operar el personal capacitado.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentre conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales
- Los conductores en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos. Al atravesar zonas de paso estarán bien protegidos.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Si es posible, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablonos.
- La distribución general se realizará desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se realizarán mediante conexiones normalizadas.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los parámetros verticales o bien a pies derechos firmes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magneto térmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico y el neutro dispondrán de toma a tierra.
- La toma a tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general. Esa pica, estará protegida en el interior de una arqueta practicable.
- El hilo de toma de tierra estará siempre protegido con macarrón en colores amarillo y verde.
- En las instalaciones de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, almacenes...
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa de protección aislante.

### Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes para baja tensión.
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

### 6.1.4.2 INSTALACIÓN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

Se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la obra.

Las causas de un incendio pueden ser por la existencia de una fuente de ignición, estar próximo a una sustancia combustible... y los medios de extinción serán extintores portátiles de dióxido de carbono y/o de polvo seco. Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos.

Estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales serán avisados inmediatamente.

Medidas de prevención a aplicar

- Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control.
- Vigilancia y detección de posibles focos de incendio.
- Revisión periódica de extintores.
- Prohibición de fumar en lugares de mayor peligro de incendio.
- Señalización de las zonas de peligro de incendio.
- Cartel en sitio visible con el teléfono de los bomberos.

### 6.1.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.

Identificados en el punto anterior los principales riesgos a que estarán expuestos los trabajadores y, en general, cualquier persona presente en el recinto objeto del presente Proyecto durante la ejecución de las obras e instalaciones proyectadas, se destacarán a continuación las disposiciones mínimas de seguridad y salud que los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a contemplar durante la ejecución de las obras.

Para el cumplimiento de las disposiciones que se citan en este punto, deberán observarse, además de lo que aquí se indica, las medidas de protección individual y colectiva que se enumeran en el punto siguiente.

#### 6.1.5.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

##### 6.1.5.1.1 Estabilidad y solidez.

- a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

##### 6.1.5.1.2 Instalaciones de suministro y reparto de energía.

- a) La instalación eléctrica provisional de las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

### 6.1.5.1.3 Vías y salidas de emergencia.

- a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libres de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.
- b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, escrupulosamente, lo indicado en el punto anterior.
- c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.
- d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.
- f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

### 6.1.5.1.4 Detección y lucha contra incendios.

- a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario de detectores de incendios y de sistemas de alarma.
- b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.
- c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

### 6.1.5.1.5 Ventilación.

- a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.
- b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

### 6.1.5.1.6 Exposición a riesgos particulares.

- a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

- b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.
- c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

#### 6.1.5.1.7 Temperatura.

a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

#### 6.1.5.1.8 Iluminación.

- a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación, artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.
- b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.
- c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

#### 6.1.5.1.9 Puertas y portones.

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abran automáticamente.

#### 6.1.5.1.10 Vías de circulación y zonas peligrosas.

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.
- c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.
- d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

### 6.1.5.1.11 Muelles y rampas de carga.

- a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

### 6.1.5.1.12 Espacio de trabajo.

- a) Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

### 6.1.5.1.13 Primeros auxilios.

- a) Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

### 6.1.5.1.14 Servicios higiénicos.

- a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. En este sentido se dispondrá de vestuarios de fácil acceso, con las dimensiones suficientes y con asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
  - Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.
  - Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.
- b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.



- Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.
  - Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.
  - Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.
- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.
- e) Alternativamente a la ubicación en la obra de los servicios higiénicos a que se refieren los apartados a) a d) anteriores, los contratistas y subcontratistas podrán suscribir contratos de arrendamiento de los locales ubicados en las naves colindantes para uso por parte de los trabajadores de la obra, en los casos anteriormente mencionados.

#### 6.1.5.1.15 Locales de descanso o de alojamiento.

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

#### 6.1.5.1.16 Mujeres embarazadas y madres lactantes.

- a) Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

#### 6.1.5.1.17 Disposiciones varias.

- a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. Específicamente se vallará el perímetro de la parcela objeto de ejecución, en cada fase.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. A estos efectos se hará uso de las acometidas provisionales de agua indicadas en los PLANOS adjuntos.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud. En este punto será de aplicación lo expuesto en los puntos 14.b y 15.a.

### 6.1.5.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN EL INTERIOR DE LOS LOCALES.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación en los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

#### 6.1.5.2.1 Estabilidad y solidez.

- a) Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

#### 6.1.5.2.2 Puertas de emergencia.

- b) Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.
- c) Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias.

#### 6.1.5.2.3 Ventilación.

a) En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.

b) Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

#### 6.1.5.2.4 Temperatura.

a) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

b) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

#### 6.1.5.2.5 Suelos, paredes y techos de los locales.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

#### 6.1.5.2.6 Ventanas y vanos de iluminación cenital.

a) Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.

b) Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

#### 6.1.5.2.7 Puertas y portones.

a) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

b) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

c) Las puertas y los portones que se cierran solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.

d) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

#### 6.1.5.2.8 Vías de circulación.

a) Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

#### 6.1.5.2.9 Dimensiones y volumen de aire de los locales.

a) Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o su bienestar. En este sentido se observarán las disposiciones mínimas de seguridad y salud a que hace referencia el RD 486/1997.

### 6.1.5.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación en los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

#### 6.1.5.3.1 Estabilidad y solidez.

a) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

1. El número de trabajadores que los ocupen.
2. Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
3. Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

#### 6.1.5.3.2 Caídas de objetos.

a) Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva expresadas en el punto siguiente de este Estudio.

b) Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

c) Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

### 6.1.5.3.3 Caídas de altura.

- a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- b) Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

### 6.1.5.3.4 Factores atmosféricos.

a) Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

### 6.1.5.3.5 Plataformas y escaleras.

- a) Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
  - 1. Las plataformas deberán ser inspeccionados por una persona competente:
  - 2. Antes de su puesta en servicio.
  - 3. A intervalos regulares en lo sucesivo.
- b) Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- c) Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

#### 6.1.5.3.6 Aparatos elevadores.

- a) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.
- b) En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- c) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:
  - 1. Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
  - 2. Instalarse y utilizarse correctamente.
  - 3. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - 4. Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
- d) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.
- e) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

#### 6.1.5.3.7 Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

- a) Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.
- b) En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- c) Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
  - 1. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  - 2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - 3. Utilizarse correctamente.
- d) Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- e) Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales, según se dispone en el punto siguiente.
- f) Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

### 6.1.5.3.8 Instalaciones, máquinas y equipos

- a) Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- b) Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
1. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  3. Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
  4. Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- c) Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

### 6.1.5.3.9 Movimientos de tierras, excavaciones y pozos

- a) Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución, aunque por las características de las parcelas no son previsibles tales peligros.

- b) En las excavaciones, pozos y trabajos subterráneos deberán tomarse las precauciones adecuadas:

Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuados.

Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

- c) Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.
- d) Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

#### 6.1.5.3.10 Instalaciones de distribución de energía

- a) Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos. A este respecto deberá prestarse especial atención al cuadro eléctrico provisional.
- b) Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

#### 6.1.5.3.11 Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas

- a) Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- b) Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar si riesgo las cargas a que sean sometidos.
- c) Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

### 6.1.6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS

#### 6.1.6.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Los Contratistas y subcontratistas, deberán atenerse a lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual". B.O.E. de 12 de junio de 1997, en lo que se refiere a la elección, disposición y mantenimiento de los equipos de protección individual de que deberán estar provistos los trabajadores, cuando existan riesgos que no han podido evitarse o limitarse suficientemente por los medios de protección colectiva que se indican en el punto siguiente, o mediante los métodos y procedimientos de organización de trabajo señalados en el punto anterior.

En la presente obra, se atenderá especialmente a:

\* Protección de cabezas:

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra protección de partículas.
- Gafas de oxígeno.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

\* Protección del cuerpo:

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Mandil de cuero.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



- \* Protección de extremidades superiores:
  - Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
  - Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
  - Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
  - Equipo de soldador (guantes y manguitos).
- \* Protección de extremidades inferiores:
  - Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
  - Botas de seguridad clase III (lona y cuero).
  - Polainas de soldador.
  - Botas dieléctricas.

### 6.1.6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.

- \* Señalización general:
  - La señalización de Seguridad se ajustará a lo dispuesto en el RD 485/1997 de 14 de abril, y en durante la ejecución del presente Proyecto, se dispondrán, al menos:
  - Señales de STOP en salidas de vehículos.
  - Obligatorio uso de cascos, cinturón de seguridad, gafas, mascarillas, protectores auditivos, botas y guantes, etc.
  - Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria en movimiento, cargas suspendidas.
  - Entrada y salida de vehículos.
  - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
  - Señal informativa de localización de botiquín y extintor, cinta de balizamiento.
- \* Instalación eléctrica cuadro de obra:
  - Conductor de protección y pica o plaza de puesta a tierra.
  - Interruptores diferenciales de 30 mA. de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA. para fuerza.
- \* Excavaciones de fosos y zanjas de cimentación:
  - Protección contra caída a los fosos de vehículos. Topes de desplazamiento de vehículos.
  - Protección contra caída a los fosos de personas. Vallas de limitación y protección.
  - Protección contra caída de objetos.
- \* Ataludamiento o entibaciones contra el deslizamiento de tierras.
  - Limitadores de movimientos de grúas.
- \* Estructura y cubiertas:
  - Redes horizontales.
  - Vallas de limitación y protección.
  - Cables de sujeción de cinturones de seguridad.
  - Mallazos resistentes en huecos horizontales.
  - Ganchos para reparaciones, conservación y mantenimiento de cubiertas.



\* Protección contra incendios:

- Se emplearán extintores portátiles y se dispondrá en todo momento de una manguera conectada a la acometida provisional de agua indicada en los PLANOS adjuntos.

### 6.1.6.3 FORMACIÓN.

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra, según lo dispuesto en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” y los Reales Decretos que la desarrollan, citados en este Estudio.

### 6.1.6.4 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

\* Botiquín:

- Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en el RD 486/1997 de 14 de abril

\* Asistencia a accidentados:

- Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.
- Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

\* Reconocimiento médico:

- Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

### 6.1.6.5 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

Se señalizará el acceso natural a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma sin la debida autorización, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

### 6.1.6.6 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

1. Orden del Mº de Trabajo de 9 de marzo de 1971. “Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo”. B.O.E. 16 y 17 de marzo de 1971. Capítulo VII.
2. Ley 31/1995, de 8 de noviembre. “Prevención de riesgos laborales”. B.O.E. de 10 de noviembre de 1995.
3. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. “Reglamento de los servicios de prevención”. B.O.E. de 31 de enero de 1997
4. Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre. “Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”. B.O.E. de 25 de octubre de 1997.
5. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. “Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”. B.O.E. de 23 de abril de 1997.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

6. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
7. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
8. Real Decreto 488/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
9. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual". B.O.E. de 12 de junio de 1997.
10. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo". B.O.E. de 7 de agosto de 1997.
11. Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre. "Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo".
12. Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo. "Reglamento de seguridad en las máquinas". B.O.E. de 21 de julio de 1986.
13. Orden Ministerial de 17 de mayo de 1974. "Homologación de los medios de protección personal de los trabajadores". B.O.E. de 29 de mayo de 1974.
14. Orden Ministerial de 20 de septiembre de 1973. "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión". B.O.E. de 9 de octubre de 1973.
15. Orden Ministerial de 23 de mayo de 1977. "Reglamento de aparatos elevadores para obras". B.O.E. de 14 de junio de 1977.
16. Estatuto de los Trabajadores.
17. Convenio Colectivo Provincial de la Construcción vigente.

### 6.1.7 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

En todo lo relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y de protección individual, se observará lo dispuesto en el RD 1215/1997 de 18 de julio y RD 773/1997 de 30 de mayo, respectivamente.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán repuestas de inmediato.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### 6.1.7.1 PROTECCIONES PERSONALES.

Todo elemento de protección personal se ajustará, además de a los RD citados, a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74, B.O.E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### 6.1.7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Vallas: tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener la verticalidad.

- Barandillas: rodearán los perímetros excavados, condenando el acceso a las zonas peligrosas. Deberán tener resistencia suficiente para garantizar la retención de las personas.

- Topes de desplazamiento de vehículos: se podrán realizar con un par de tablones fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de cualquier forma eficaz.

- Pasillos de seguridad: podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones firmemente unidos al terreno, y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa). Deberán ser capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevean puedan caer, pudiendo incorporar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).

- Redes: serán de poliamida, sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad, anclajes, soportes, soportes de redes: tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: la sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice una tensión máxima de 24 V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial. Se medirá su resistencia periódicamente y al menos, en la época más seca del año.

## 6.1.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales”, en particular a desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1627/1997 de 24 de octubre, y reflejadas en el punto 2.2. de este Estudio.

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud confeccionada a partir de este Estudio.

- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, así como cumplir con las disposiciones mínimas expresadas en el punto 5 de este Estudio.

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

## 6.2 PLIEGO DE CONDICIONES

El objeto de este Pliego de Condiciones es fijar condiciones generales y Particulares por las que se desarrollarán los trabajos y se utilizarán las dotaciones de Seguridad y Salud.

Estas condiciones se plantean agrupadas de acuerdo con su naturaleza, en:

## 6.2.1 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA FACULTATIVA.

### 6.2.1.1 INTRODUCCIÓN.

El Contratista o constructor principal se someterá al criterio y juicio de la Dirección Facultativa o de la Coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras será el responsable del seguimiento y cumplimiento del Plan de Seguridad, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/97, siendo su actuación independiente de la Dirección Facultativa propia de la obra, pudiendo recaer no obstante ambas funciones en un mismo Técnico.

A dicho Técnico le corresponderá realizar la interpretación técnica y económica del Plan de Seguridad, así como establecer las medidas necesarias para su desarrollo, (las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas).

Cualquier alteración o modificación de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud, sin previa autorización escrita de la Dirección Facultativa o la coordinación en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, podrá ser objeto de demolición si ésta lo estima conveniente.

La Dirección Facultativa o el coordinador tantas veces citado, resolverá todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de unidades, prestando la asistencia necesaria e inspeccionando el desarrollo de las mismas.

### 6.2.1.2 LIBRO DE INCIDENCIAS.

Libro de incidencias de acuerdo con el artículo 13 del Real Decreto 1627/97 existirá en cada centro de trabajo, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto Este libro será facilitado por:

- El Colegio Profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.
- La oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

El libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas, Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materias de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del Plan de Seguridad.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y S.S. de la provincia en la que se ejecuta la obra.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

### 6.2.1.3 DELEGADO PREVENCIÓN - COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD.

De acuerdo con la Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre, Prevención de Riesgos Laborales, que entró en vigor el 11/02/96, Art. 35, se designarán por y entre los representantes de los trabajadores, Delegados de Prevención cuyo número estará en relación directa con el de trabajadores ocupados simultáneamente en la obra y cuyas competencias y facultades serán las recogidas en el Art.36 de la mencionada Ley.

### 6.2.1.4 OBLIGACIONES DE LAS PARTES.

#### 6.2.1.4.1 Promotor

El promotor abonará a la Empresa Constructora, previa certificación de la Dirección Facultativa de Seguridad o del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad.

Si se implantasen elementos de seguridad incluidos en el Presupuesto durante la realización de obra, estos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización de la Dirección Facultativa o del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

#### 6.2.1.4.2 Contratista

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Plan de Seguridad y Salud coherente con los sistemas de ejecución que se van emplear. El Plan de Seguridad e Higiene ha de contar con aprobación de la Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud y será previo al comienzo de la obra.

El Plan de seguridad y salud de la obra se atenderá en lo posible al contenido del presente Estudio de Seguridad y Salud. Los medios de protección personal, estarán homologados por el organismo competente. Caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad e Higiene, con el visto bueno de Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud.

La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preceptivas del Estudio de Seguridad y Salud y del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se

deriven de la infracción del mismo por su parte, o de los posibles subcontratistas y empleados.

#### 6.2.1.4.3 Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución

La Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud considerará el Estudio de Seguridad como parte integrante de la ejecución de la obra correspondiéndole el control y la supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento del Promotor y de los organismos competentes el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Plan de Seguridad.

La Contrata realizará una lista de personal, detallando los nombres de los trabajadores que perteneciendo a su plantilla van a desempeñar los trabajos contratados, indicando los números de afiliación a la Seguridad Social.

Dicha lista debe ser acompañada con la fotocopia de la matriz individual del talonario de cotización al Régimen Especial de Trabajadores Autónomos de la Seguridad Social; o en su defecto fotocopia de la Inscripción en el libro de matrícula para el resto de las sociedades.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Asimismo, se comunicarán, posteriormente, todas las altas y bajas que se produzcan de acuerdo con el procedimiento anteriormente indicado.

También se presentarán fotocopia de los ejemplares oficiales de los impresos de liquidación TC1 y TC2 del Instituto Nacional de la Seguridad Social. Esta documentación se presentará mensualmente antes del día 10.

#### 6.2.1.4.4 Trabajadores

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los trabajadores tendrán las obligaciones siguientes, en materia de prevención de riesgos:

1. Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
2. Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:
  - a. Usar adecuadamente, de acuerdo con la naturaleza de los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
  - b. Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
  - c. No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
  - d. Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores asignados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
  - e. Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
  - f. Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.
3. El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos y del personal estatutario al servicio de la: Administraciones Públicas.

Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.



## 6.2.2 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA TÉCNICA

### 6.2.2.1 MATERIALES.

Se definen en este apartado las condiciones técnicas que han de cumplir los diversos materiales y medios auxiliares que deberán emplearse, de acuerdo con las prescripciones del presente Estudio de Seguridad en las tareas de Prevención durante la ejecución de la obra.

Con carácter general todos los materiales y medios auxiliares cumplirán obligatoriamente las especificaciones contenidas en el Pliego General de Condiciones.

Varias de la Edificación que le sean aplicables con carácter específico, las protecciones personales y colectivas y las normas de higiene y bienestar, que regirán en la ejecución de la obra, serán las siguientes.

### 6.2.2.2 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tienen fijada una vida útil, desechándose a su término. Si se produjera un deterioro más rápido del previsto en principio en una determinada protección, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista.

Toda protección que haya sufrido un deterioro, por la razón que fuere, será rechazada al momento y sustituida por una nueva.

Aquellos medios que por su uso hayan adquirido holguras o desgastes superiores a los admitidos por el fabricante, serán repuestos inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca deberá representar un riesgo en sí mismo.

### 6.2.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

El equipo de protección individual, de acuerdo con el artículo 2 del R.D. 773/97 es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin, excluyéndose expresamente la ropa de trabajo corriente que no esté específicamente destinada a proteger la salud o la integridad física del trabajador, así como los equipos de socorro y salvamento.

Una condición que obligatoriamente cumplirán estas protecciones personales es que contarán con la Certificación "CE", R.D. 1407/1992, de 20 de Noviembre.

Deberán utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

### 6.2.2.4 PROTECCIONES COLECTIVAS.

En su conjunto son las más importantes y se emplean acordes a las distintas unidades o trabajos a ejecutar. También en ellas podemos distinguir unas de aplicación general, es decir, que tienen o deben tener presencia durante toda obra (cimentos, señalización, instalación eléctrica, Extintores, etc.) y otras que se emplean sólo en determinados trabajos: andamios, barandillas, redes, vallas, etc.

#### Vallas de protección:

Estarán construidas a base de tubos metálicos, teniendo como mínimo 90 cm. De altura. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



Marquesinas de seguridad:

Tendrán el vuelo y la resistencia adecuados para soportar, el impacto de los materiales y su proyección hacia el exterior.

Mallas tupidas en andamios:

Tendrán la resistencia suficiente para resistir el esfuerzo del viento, impidiendo así mismo la proyección de partículas y materiales.

Barandillas:

Las barandillas rodearán el perímetro de la planta desencofrada debiendo estar condenado el acceso a otras por, el interior de las escaleras. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.

Escaleras de mano:

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

Plataformas voladas:

Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandillas. Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes y soportes. Han de tener la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Redes:

Serán de poliamida y sus dimensiones principales serán tales que cumplan con garantía la función protectora para la que están previstas.

Pórticos limitadores de gálibos:

El dintel estará debidamente señalizado de forma que llame la atención. Se colocaran carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.

Señales:

Estarán de acuerdo con la normativa vigente.

Interruptores diferenciales y tomas de tierra:

La sensibilidad mínima de los interruptores diferencial será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto de 24 V. Se medirá su resistencia de forma periódica.

Extintores:

Serán adecuado en agente extintor y tamaño al tipo incendio previsible y se revisaran seis meses como máximo.

### 6.2.2.5 BOTIQUÍN.

Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a los que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo, según se define en el Anexo VI del R.D. 486/97 de Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Se dispondrá además de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material se revisará periódicamente y se irá reponiendo en cuanto caduque o se utilice.

### 6.2.2.5.1 Instalaciones de Higiene y Bienestar.

Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes se dispondrán en los términos en que se expresa el Anexo V del mencionado R.D. 486/97.

Se dispondrá del personal necesario para la limpieza y conservación de estos locales con las condiciones higiénicas exigibles.

### 6.2.2.5.2 Control de la efectividad de la Prevención

Se establecen a continuación unos criterios de control de la Seguridad y Salud al objeto de definir el grado de cumplimentación del Plan de Seguridad, así como la obtención de unos índices de control a efectos de dejar constancia de los resultados obtenidos por la aplicación del citado plan.

La Contrata podrá modificar criterios en el Plan Seguridad de acuerdo con sus propios medios, que como todo lo contenido en él deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa o de la coordinación en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras.

### 6.2.2.5.3 Cuadro de control

Se redactará primeramente un cuadro esquemático de Control a efectos de seguimiento del Plan de Seguridad que deberá rellenarse periódicamente. Para cumplimentarlo deberá poner una "x" a la derecha de cada especificación cuando existan deficiencias en el concepto correspondiente haciendo un resumen final en que se indique el número de deficiencias observadas sobre el número total de conceptos examinados.

### 6.2.2.5.4 Índices de Control

En la obra se Elevarán obligatoriamente los índices siguientes:

1) Índice de Incidencia:

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores.

Cálculo del I.I. =  $(N^{\circ} \text{ de accidentes con baja} / n^{\circ} \text{ de horas trabajadas}) \times 100$

2) Índice de frecuencia:

Definición: Número de siniestros con baja, acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

Cálculo I.F. =  $(n^{\circ} \text{ de accidentes con baja} / n^{\circ} \text{ de horas trabajadas}) \times 1.000.000$

3) Índice de gravedad:

Definición: Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

Cálculo I.G. =  $(n^{\circ} \text{ jornadas perdidas} / n^{\circ} \text{ de horas trabajadas}) \times 1000$

4) Duración media de incapacidades:

---

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

Definición: Número de jornadas perdidas por cada accidente con baja.

Calculo D.M.I. =  $N^{\circ}$  jornadas perdidas /  $n^{\circ}$  de accidentes con baja.

#### 6.2.2.5.5 Partes de Accidentes y Deficiencias

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimos los siguientes datos con una tabulación ordenada:

##### Partes de accidentes y deficiencias

Contará, al menos, con los datos siguientes: Identificación de la obra. Día, mes y año en que se ha producido el accidente. Hora de producción de accidente. Nombre del accidentado. Categoría personal y oficio del accidentado. Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente. Causas del accidente. Importancia aparente del accidente.

Posible especificación sobre fallos humanos. Lugar, persona y forma de producirse la primera cura (Medico, practicante, socorrista, personal de obra). Lugar de traslado para hospitalización. Testigos del accidente (verificación nominal versiones de los mismos)

Como complemento de este parte se emitirá un informe que contenga:

Explicaciones sobre cómo se hubiera podido evitar el accidente.

Ordenes inmediatas para ejecutar.

##### Parte de deficiencias:

Que deberá contar con los datos siguientes: Identificación de la obra. Fecha en que se ha producido la observación. Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación. Informe sobre la deficiencia observada. Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

### 6.2.3 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA LEGAL

#### 6.2.3.1 DISPOSICIONES LEGALES

Independientemente de la legislación que se referencia en otro apartado de este Estudio de Seguridad y Salud, habrá que estar a lo dispuesto en la legislación siguiente:

REGULACION DE LA JORNADA DE TRABAJO Y DESCANSOS.

R.D. 1561/1995 de 21 Septiembre y R.D. 2001/1983 de 28 Julio.

ESTABLECIMIENTO DE MODELOS DE NOTIFICACION DE ACCIDENTES DE TRABAJO (O.M. 16 Diciembre 1987, B.O.E. 29 Diciembre 1987).

NORMA BASICA EDIFICACION C.P.I-96

##### \* Instalaciones eléctricas:

REGLAMENTO DE LINEAS AEREAS DE ALTA TENSION R.D. 3151/1968, 28 Noviembre. B.O.E. 27 Diciembre 1968. Rectificado: 8 Marzo 1969.

REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION

R.D. 2413/1973, 20 Septiembre. B.O.E. 9 Octubre 1973. INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

REGLAMENTO DE APARATOS ELEVADORES PARA OBRAS O.M. 23 Mayo 1977.

REGLAMENTO DE APARATOS DE ELEVACION Y MANUTENCION DE  
LOS MISMO.S.R.D. 2291/1985, 8 Noviembre. B.O.E. 11 Diciembre 1985.

REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN LAS MÁQUINAS R.D. 1495/1986. B.O.E. Julio 1986.

CERTIFICACION "CE" DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARA  
TRABAJADORES. R.D. 1407/1992, B.O.E. 20 Noviembre 1992 (Directiva 89/686/CEE)

CONVENIOS COLECTIVOS DE LA CONSTRUCCION VIGENTES

### **Seguros**

Deberá contarse con Seguros de Responsabilidad Civil y de otros Riesgos que cubran tanto los daños causados a terceras personas por accidentes imputables a las mismas o a las personas de las que deben responder, como los daños propios de su actividad como Constructoras.

## **6.2.4 PLIEGO DE CONDICIONES DE NATURALEZA ECONOMICA**

### **6.2.4.1 NORMAS DE CERTIFICACIÓN**

Salvo pacto en contrario, una vez al mes, la constructora redactará la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y de acuerdo con los precios contratados por el Promotor, siendo dicha valoración visada y aprobada por la Dirección Facultativa o la coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras, sin este requisito no podrá ser abonada por el Promotor.

El abono de las certificaciones expuestas anteriormente se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en principio, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose a su abono tal y como se indica en apartados.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición al Promotor, por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa o la coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

**Pamplona, Septiembre de 2013**

**Estefanía Pezonaga Nicasio**

## 6.3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

## 6.3.1 CAPÍTULO 01 INSTALACIONES PROV. DE OBRA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.01	<p><b>Ud ALQUILER CASETA PREFAB.COMEDOR</b></p> <p>Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 3,70x2,30 m, con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura pre lacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V</p>	6	78,68	472,08
01.02	<p><b>Ud ALQUILER CASETA P.VESTUARIOS.</b></p> <p>Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.95 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>	6	90,82	544,92

<b>01.03</b>	<b>Ud A.A/IINOD, 2DUCHA,LAV.3G,TERMO</b> Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4.10x1.90 m. con dos inodoros, dos duchas, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	6	100,00	600,00
<b>01.04</b>	<b>Ud ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.	1	103,41	103,41
<b>01.05</b>	<b>Ud ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.	1	91,24	91,24
<b>01.06</b>	<b>Ud ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.	1	75,69	75,69
<b>01.07</b>	<b>Ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL.</b> Ud. Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada. (10 usos)	15	12,73	190,95
<b>1.08</b>	<b>Ud PERCHA</b> Percha metálica para colgar ropa, resistente y fijada a paramento, complementaria a la instalación de Taquillas	15	0,25	3,75

<b>1.09</b>	<b>Ud BANCO POLIPROPILENO 5 PERS.</b> Ud. Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado. (10 usos)	3	21,49	64,47
<b>01.10</b>	<b>Ud JABONERA INDUSTRIAL.</b> Ud. Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocado. (10 usos)	2	4,84	9,68
<b>01.11</b>	<b>Ud. PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADURA</b> Ud. Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado. (10 usos)	2	4,86	9,72
<b>01.12</b>	<b>Ud CALIENTA COMIDAS 25 SERVICIOS</b> Ud. Calienta comidas para 25 servicios, colocado. (20 usos)	1	95,99	95,99
<b>01.13</b>	<b>Ud MESA MELAMINA 10 PERSONAS</b> Ud. Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada. (10 usos)	2	22,68	45,36
<b>01.14</b>	<b>Ud DEPOSITO DE BASURAS DE 800 L.</b> Ud. Depósito de basuras de 800 litros de capacidad realizada en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado. (10 usos)	1	18,44	18,44
<b>01.15</b>	<b>Ud BOTIQUIN DE OBRA.</b> Ud. Botiquín de obra instalado.	1	21,62	21,62
<b>01.16</b>	<b>Ud CAMILLA PORTATIL EVACUACIONES</b> Ud. Camilla portátil para evacuaciones, colocada. (20 usos)	1	6,85	6,85
<b>01.17</b>	<b>Ud EXTINTOR POLVO POLIVALENTE</b> Extintor de polvo polivalente, de 6 kg, eficacia 21A-113B.	2	41,51	83,02
<b>01.18</b>	<b>Ud EXTINTOR CO2</b> Extintor de CO2, de 5 kg, eficacia 70B	1	50,86	50,86

**TOTAL CAPÍTULO INSTALACIONES PROV. DE OBRA....2.488,05 EUROS**



## 6.3.2 CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.01	<b>UD SEÑAL STOP I/SOPORTE.</b> Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	2	34,85	69,70
02.02	<b>Ud CARTEL INDICAT.RIESGO I/SOPOR</b> Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	4	19,26	77,04
02.03	<b>Ud CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO.</b> Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	4	7,13	28,52

**TOTAL CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIONES.....175,26 EUROS**

## 6.3.3 CAPÍTULO 03 PROTECCIONES COLECTIVAS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.01	<b>MI VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI</b> Ml. Valla metálica prefabricada tipo Rivisa o similar, con postes metálicos cada 2 m. Se valora la cantidad de vallado que debe estar permanentemente en obra, bien colocada o bien a disposición de la misma. Cualquier incremento de la cantidad prevista irá a cargo de los Gastos Generales de la obra. Queda incluido en el precio de la partida cuantas operaciones de colocación y retirada sean precisas, así como cuantas reposiciones sean necesarias. Se considera a priori un aprovechamiento del 50% al finalizar la obra.	300	9,94	2.982,00
03.02	<b>MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.</b> Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	100	1,29	129,00
03.03	<b>MI CABLE DE SEGUR. PARA ANCL.CINT</b> Ml. Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad	60	4,16	249,60
03.04	<b>MI BARANDILLA TIPO SARGTO. TABL.</b> Ml. Barandilla con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de forjados tanto de pisos como de cubierta, incluso colocación y desmontaje.	500	5,83	2.915,00

<b>03.05</b>	<b>M2 RED DE PROTECCION</b> Red de protección contra caídas de alta tenacidad homologadas, de nylon brillante, poliamida sin nudos con mallero de 7,5x7,5 cm. hilo 3 mm. y recercado perimetral de cuerda calabroteada en nylon brillante de 10 mm.	50	1,27	63,50
<b>03.06</b>	<b>M TOPE MAQUINARIA</b> Tope para maquinaria que circula cerca de zanjas, consistente en una riostra de 10x10 cm anclada y fijada al suelo mediante punteros hincados en el suelo cada 1,5 m.	8	4,46	35,68
<b>03.07</b>	<b>MI RED SEGU.PERIMETRO FORJ.1ªPUE</b> <b>MI.</b> Red de seguridad en perímetro de forjado de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. de 10 m. de altura, incluso pescante metálico tipo horca de 8 m. de altura, anclajes de red, pescante y cuerdas de unión de paños de red, en primera puesta.	250	14,77	3.692,50
<b>03.08</b>	<b>MI MALLA POLIETILENO SEGURIDAD MI.</b> Malla de polietileno alta densidad con tratamiento para protección de ultravioletas, color naranja de 1 m. de altura y doble zócalo del mismo material, i/colocación y desmontaje. (Amortización en dos puestas).	200	1,68	336,00
<b>03.09</b>	<b>M2 PROTECC.ANDAMIO MALLA TUPIDA M2.</b> Protección vertical de andamio con malla tupida plástica, i/colocación y desmontaje. (Amortización en dos puestas).	2500	2,72	6.800,00

<b>03.10</b>	<b>UD PLATAFORMA EN PLANTA</b> Formación de plataformas voladas en plantas, para descarga de materiales, realizado a base de durmientes, puntales metálicos arriostrados en horizontal y apoyados en suelo y techo; viguetas metálicas voladas (durmientes), vallado tubular lateral; vallado abatible en borde de planta; plataforma resistente; montaje y desmontaje	10	31,68	318,60
<b>03.11</b>	<b>UD ESCALERA DE ALUMINIO</b> Escalera de aluminio reforzado, con elementos antideslizantes para apoyo correcto, correderas, de dos tramadas, de 3,5 m cada una, incluso sistema de guía y deslizamiento.	2	37,59	75,18
<b>03.12</b>	<b>UD SOPORTE METALICA A SUELO</b> Soporte metálico galvanizado para sujeción de señales indicativas o de tráfico, de 1,2 m de altura, para colocar anclado al suelo, mediante pequeño cimiento de hormigón sobrepuesto al pavimento, desmontable, i/p.p. de cimiento, completo.	2	18,86	37,72
<b>03.13</b>	<b>UD SOPORTE METALICO A PARED</b> Soporte metálico galvanizado para sujeción de señales indicativas o de tráfico, de 0,6 m de longitud, para colocar anclado a la pared, mediante obra de fábrica, tornillería, etc, desmontable, y anclaje. Completo.	2	15,62	31,24
<b>03.14</b>	<b>UD SEÑAL REFL. PELIGRO</b> Señal de chapa reflectante indicativa de "Peligro Indefinido", normalizada y	1	12,81	12,81

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

	colocada.			
<b>03.15</b>	<b>UD SEÑAL REFL. ZONA OBRAS</b> Señal de chapa reflectante indicativa de "precaución obreros trabajando", normalizada y colocada.	2	12,81	25,62
<b>03.16</b>	<b>UD SEÑAL REFL. SALIDA CAMIONES</b> Señal de chapa reflectante, indicativa de "salida de camiones", normalizada y colocada.	2	12,81	25,62
<b>03.17</b>	<b>UD SEÑAL REFL. VADO PERMANENTE</b> Señal de chapa reflectante indicativa de "vado permanente" , normalizada y colocada.	1	12,81	12,81
<b>03.18</b>	<b>UD SEÑAL REFL. MANO-STOP FLECHA</b> Paleta señalizadora de tráfico en los cortes obligatorios del mismo, manejada por señalista, y normalizada, con "Stop" por una cara y flecha indicadora de dirección por la otra cara, dotada de mango.	2	17,97	35,94
<b>03.19</b>	<b>UD SEÑAL PLASTICO CON IDEOGRAMA</b> Señal de plástico con el ideograma que se indique en obra, para colocar adosada a paramentos; colocada.	1	10,20	10,20

**TOTAL CAPÍTULO 03 PROTECCIONES COLECTIVA.....17789,02 EUROS**

## 6.3.4 CAPÍTULO 04 PROTECCIONES INDIVIDUALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.01	<b>Ud MONO DE TRABAJO.</b> Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	20	16,57	331,40
04.02	<b>Ud IMPERMEABLE.</b> Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	6	9,56	57,36
04.03	<b>Ud MANDIL SOLDADOR SERRAJE</b> Ud. Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE.	3	14,84	44,52
04.04	<b>Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR.</b> Ud. Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE.	3	19,11	57,33
04.05	<b>Ud CINTURON SEGURIDAD CLASE A.</b> Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.	10	67,53	675,30
04.06	<b>Ud ARNES DE SEGURIDAD CLASE C</b> Ud. Arnés de seguridad clase C (paracaidas), con cuerda de 1 m. y dos mosquetones, en bolsa de transporte, homologada CE.	10	80,27	802,70
04.07	<b>Ud ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS</b> Ud. Anticaidas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE.	1	248,45	248,45

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

<b>04.08</b>	<b>Ud CUERDA D=14mm POLIAMIDA</b> Ud. Cuerda realizada en poliamida de alta tenacidad de D=14 mm. incluso barra argollas en extremo de polimidas revestidas de PVC, homologada CE.	6	5,26	31,56
<b>04.09</b>	<b>Ud FAJA ELASTICA SOBRESFUERZOS.</b> Ud. Faja elástica para protección de sobre esfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE.	15	33,76	506,40
<b>04.10</b>	<b>Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.</b> Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.	15	22,30	334,50
<b>04.11</b>	<b>Ud CASCO DE SEGURIDAD.</b> Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE	20	3,08	61,60
<b>04.12</b>	<b>Ud PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA.</b> Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.	3	3,08	9,24
<b>04.13</b>	<b>Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS.</b> Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	10	11,47	114,70
<b>04.14</b>	<b>Ud GAFAS ANTIPOLVO.</b> Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.	10	2,54	25,40
<b>04.15</b>	<b>Ud MASCARILLA ANTIPOLVO.</b> Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.	10	2,86	28,60
<b>04.16</b>	<b>Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA.</b> Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	30	0,70	21,00

<b>04.17</b>	<b>Ud PROTECTORES AUDITIVOS.</b> Ud. Protectores auditivos, homologados.	2	7,96	15,92
<b>04.18</b>	<b>Ud PAR GUANTES LATEX INDUSTRIAL</b> Ud. Par de guantes de latex industrial naranja, homologado CE.	12	1,91	22,92
<b>04.19</b>	<b>Ud PAR GUANTES NEOPRENO 100%</b> Ud. Par de neopreno 100% , homologado CE.	8	2,54	20,32
<b>04.20</b>	<b>Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VAC.</b> Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.	16	5,10	81,60
<b>04.21</b>	<b>Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM</b> Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.	3	7,96	23,88
<b>04.22</b>	<b>Ud PAR GUANTES AISLANTES.</b> Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	4	28,68	114,72
<b>04.23</b>	<b>Ud PAR MANGUITOS SOLDADOR H.</b> Ud. Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologado CE.	3	10,83	32,49
<b>04.24</b>	<b>Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR</b> Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	15	12,10	181,50
<b>04.25</b>	<b>Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR.</b> Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.	8	24,84	198,72
<b>04.26</b>	<b>Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL</b>	8	46,50	372,00

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



	Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.			
<b>04.27</b>	<b>Ud PAR BOTA AGUA INGENIERO</b> Ud. Par de botas de agua ingeniero, forrada, con cremallera, marrón, homologadas CE.	4	26,12	104,48

**TOTAL CAPÍTULO 04 PROTECCIONES INDIVIDUALES.....4.518,61 EUROS**

## 6.3.5 CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.01	<b>H. COMITE DE SEGURIDAD E HIGIENE</b> H. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.	25	36,24	906
05.02	<b>H. FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE</b> H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	25	36,24	906
05.03	<b>Ud RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT</b> Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	16	38,23	611,68
05.04	<b>H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA</b> H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	120	21,77	2.612,40

**TOTAL CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD.....5036,08**

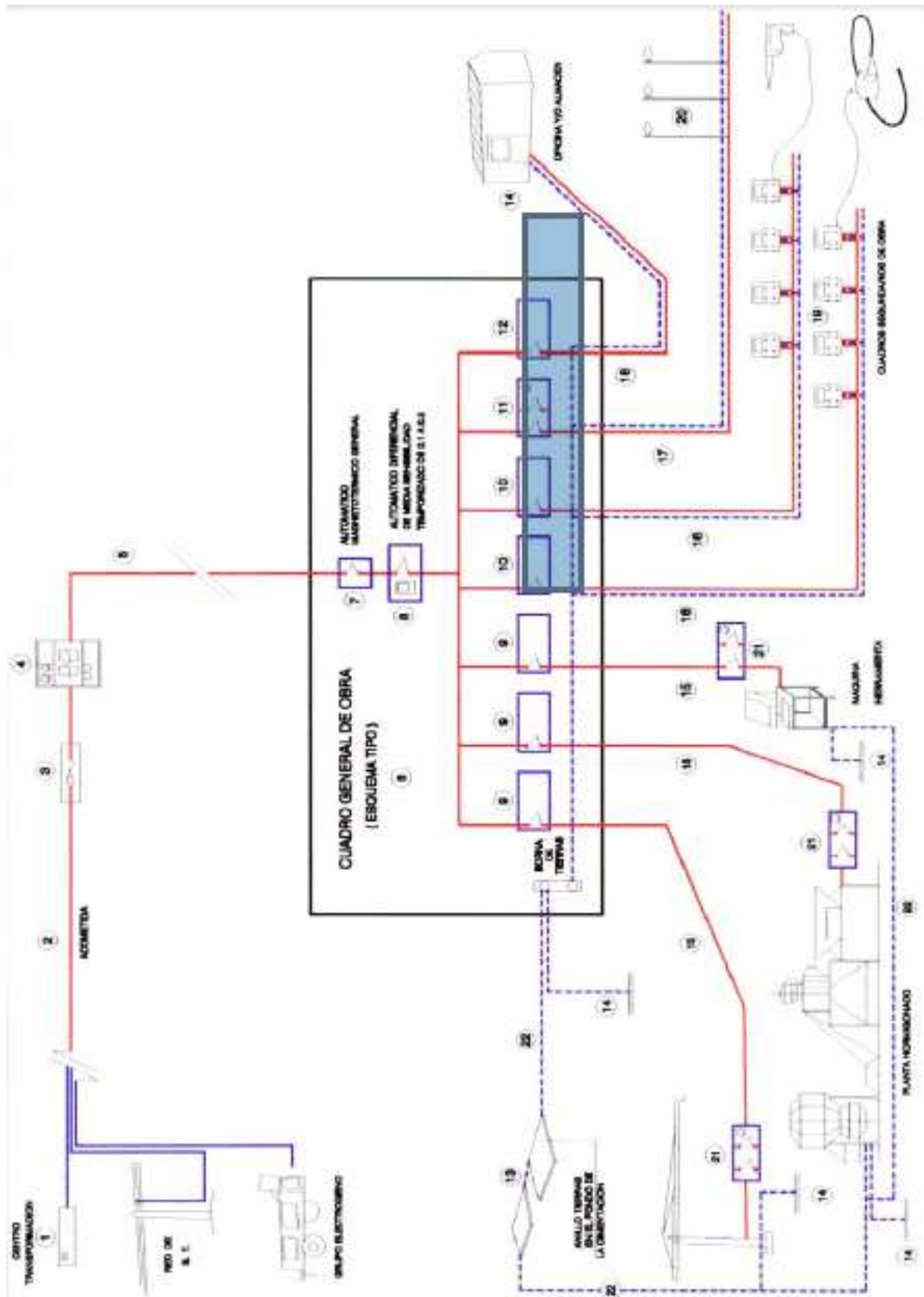
**TOTAL .....30007,02**

## 6.4 ANEXO: PLANOS

#### 6.4.1 INSTALACIÓN PROVISIONAL DE OBRA. LEYENDA

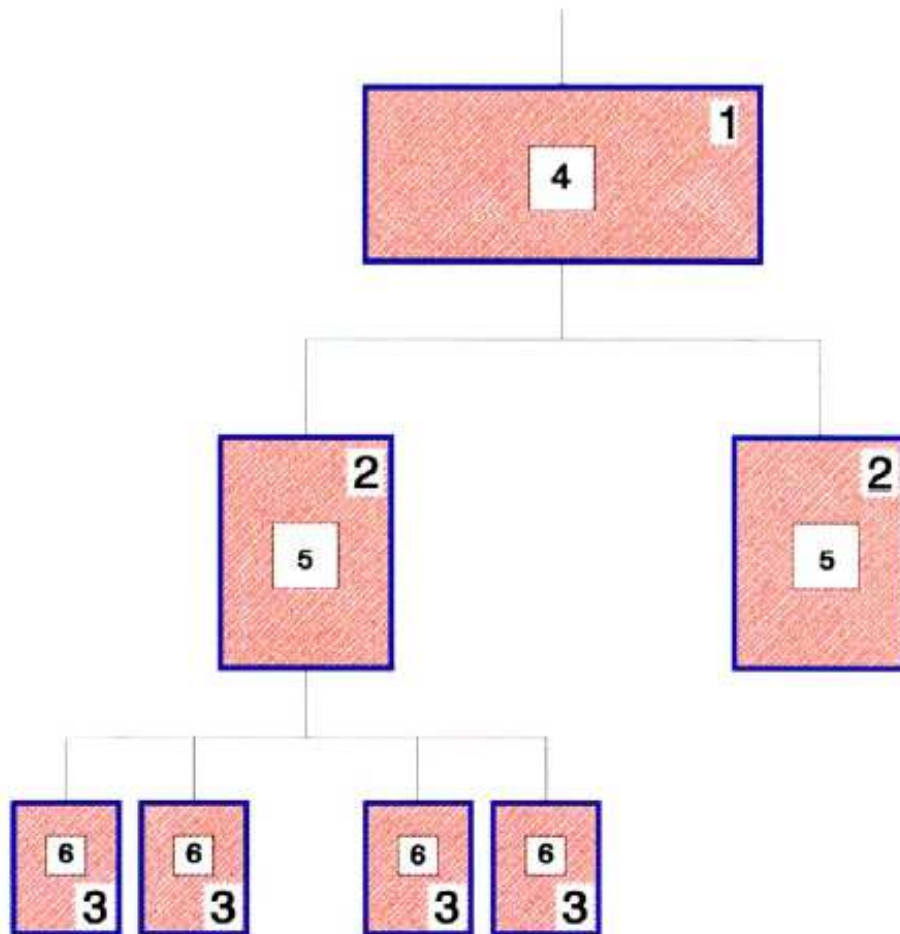
- 1 - PUNTO DE ENTREGA DE LA ENERGIA (HIDROELECTRICA)**
- 2 - ACOMETIDA**
- 3 - C.G.P. (CAJA GENERAL DE PROTECCION)**
- 4 - ARMARIO DE CONTADORES**
- 5 - DERIVACION INDIVIDUAL**
- 6 - ARMARIO - CUADRO GENERAL DE OBRA**
- 7 - AUTOMATICO MAGNETOTERMICO GENERAL**
- 8 - INTERRUPTOR. DIFERENCIAL GENERAL (RETARDADO)**
- 9 - AUTOMATICO. MAGNETOTERMICOS PARA GRANDES RECEPTORES.**
- 10 - AUTOMATICOS MAGNETOTERMICOS PARA LINEAS DE CUADROS SECUNDARIOS**
- 11 - AUTOMATICOS MAGNETOTERMICOS Y DIFERENCIAL PARA ALUMBRADO OBRA**
- 12 - AUTOMATICO MAGNETOTERMICO LINEA A OFICINA OBRA.**
- 13 - RED GENERAL DE TIERRAS ENTERRADA BAJO CIMENTACIONES.**
- 14 - TOMAS DE TIERRA INDIVIDUALES (PICAS O PLACAS)**
- 15 - DERIVACIONES INDIVIDUALES A GRANDES RECEPTORES**
- 16 - DERIVACIONES INDIVIDUALES Y DISTRIBUCIONES CUADROS SECUNDARIOS.**
- 17 - DERIVACION INDIVIDUAL Y DISTRIBUCION ALUMBRADO OBRA**
- 18 - DERIVACION INDIVIDUAL PARA CASETA OFICINA OBRA.**
- 19 - CUADRO SECUNDARIO DE DISTRIBUCION**
- 20 - LUMINARIAS ALUMBRADO NOCTURNO OBRA.**
- 21 - CUADRO PROTECCION CON INT. DIFERENCIAL Y MAGNETOTERMICO.**
- 22 - RED SECUNDARIA DE TIERRAS.**

## 6.4.2 INSTALACIÓN PROVISIONAL DE OBRA



Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

### 6.4.3 DIFERENCIALES EN CASCADA



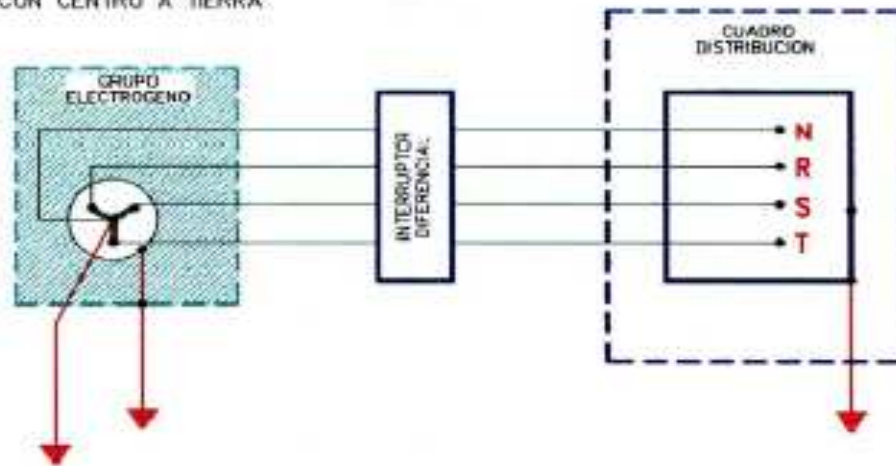
1. CUADRO DE ENTRADA
2. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN
3. CUADROS DE TAJO
4. DIFERENCIAL DE 500 O 1000 mA CON RETARDO DE 0,5 s
5. DIFERENCIAL DE 300 O 500 mA CON RETARDO DE 0,2 s
6. DIFERENCIAL DE 30 O 300 mA SIN RETARDO

NOTA: ESTE SISTEMA DE INSTALACIÓN SE EMPLEA PARA EVITAR EL DISPARO SIMULTÁNEO DE VARIOS DIFERENCIALES AL PRODUCIRSE UN DEFECTO

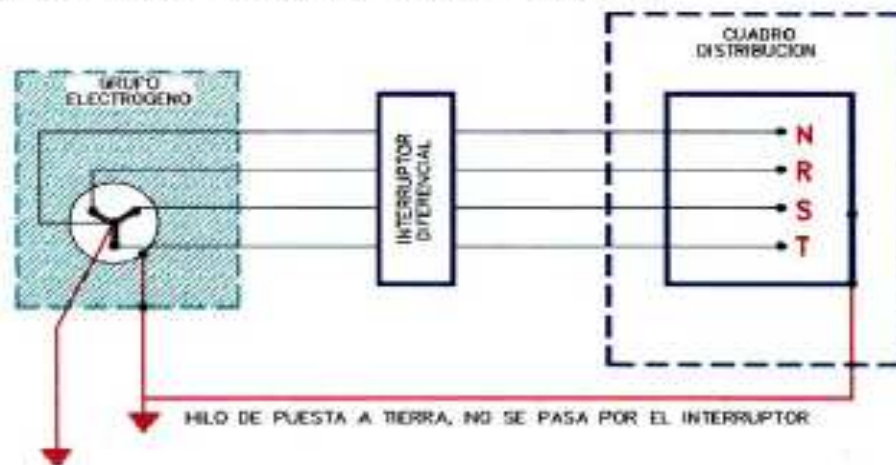
### 6.4.4 GRUPOS ELECTRÓGENOS

#### ESQUEMA DE UNA INSTALACION CONECTADA A UN GRUPO ELECTROGENO EN ESTRELLA

##### A) CON CENTRO A TIERRA



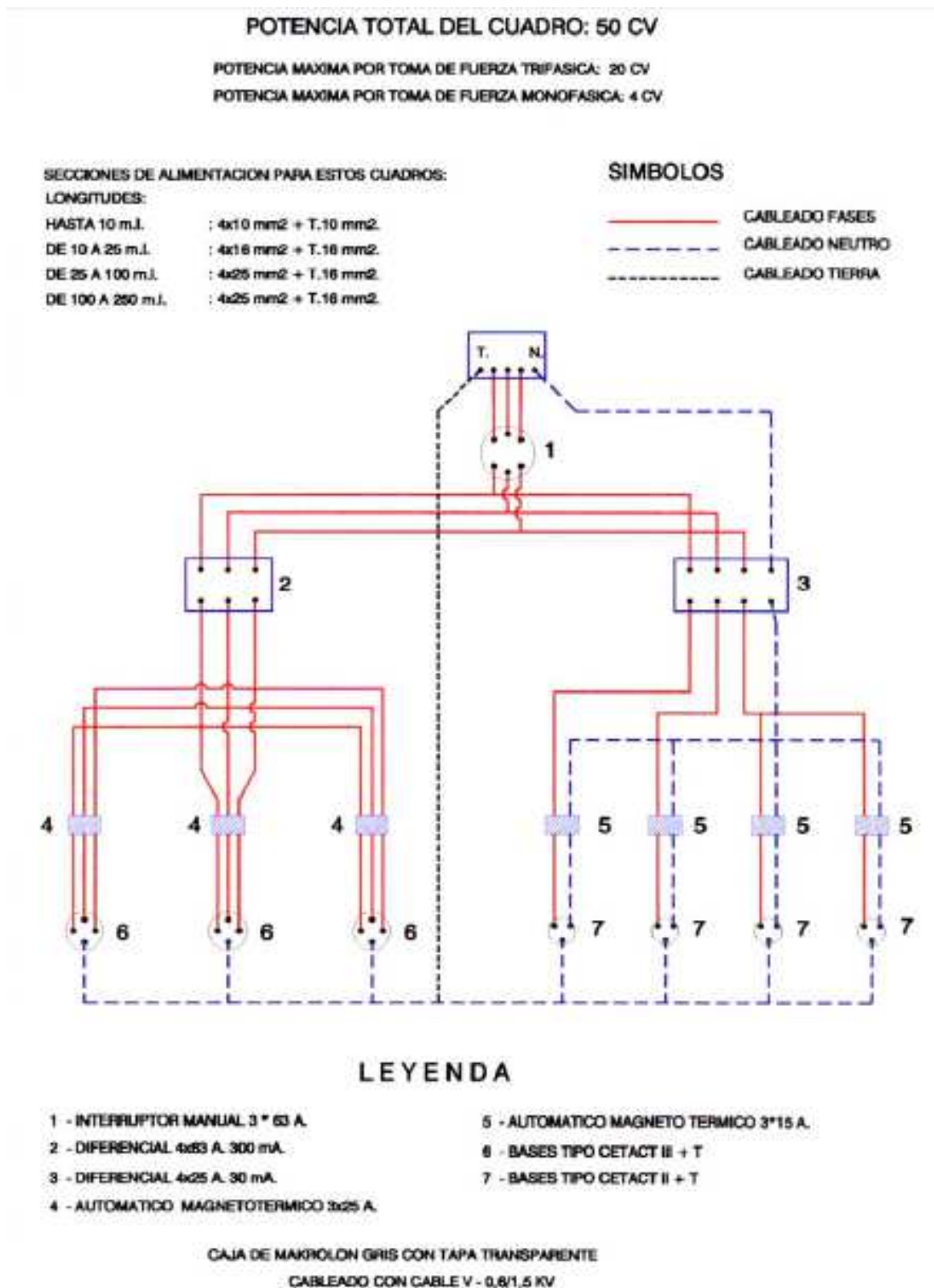
##### B) CON EL HILO DE TIERRA DEL CUADRO DISTRIBUIDOR



- LOS GRUPOS ELECTROGENOS TENDRAN EL NEUTRO ACCESIBLE Y CON POSIBILIDAD DE SER DISTRIBUIDO.
- EL NEUTRO ESTARA CONEXIONADO A TIERRA, ANTES DEL DIFERENCIAL.
- LA CARCASA DEL GRUPO LLEVARA UNA TOMA A TIERRA INDEPENDIENTE DEL NEUTRO.
- EL CUADRO DE DISTRIBUCION TENDRA TIERRA INDEPENDIENTE O CONECTADA A LA DE LA CARCASA DEL GRUPO.



## 6.4.5 CUADRO SECUNDARIO PARA INSTALACIÓN AUXILIAR DE OBRA





## 6.4.6 PUESTAS A TIERRA I

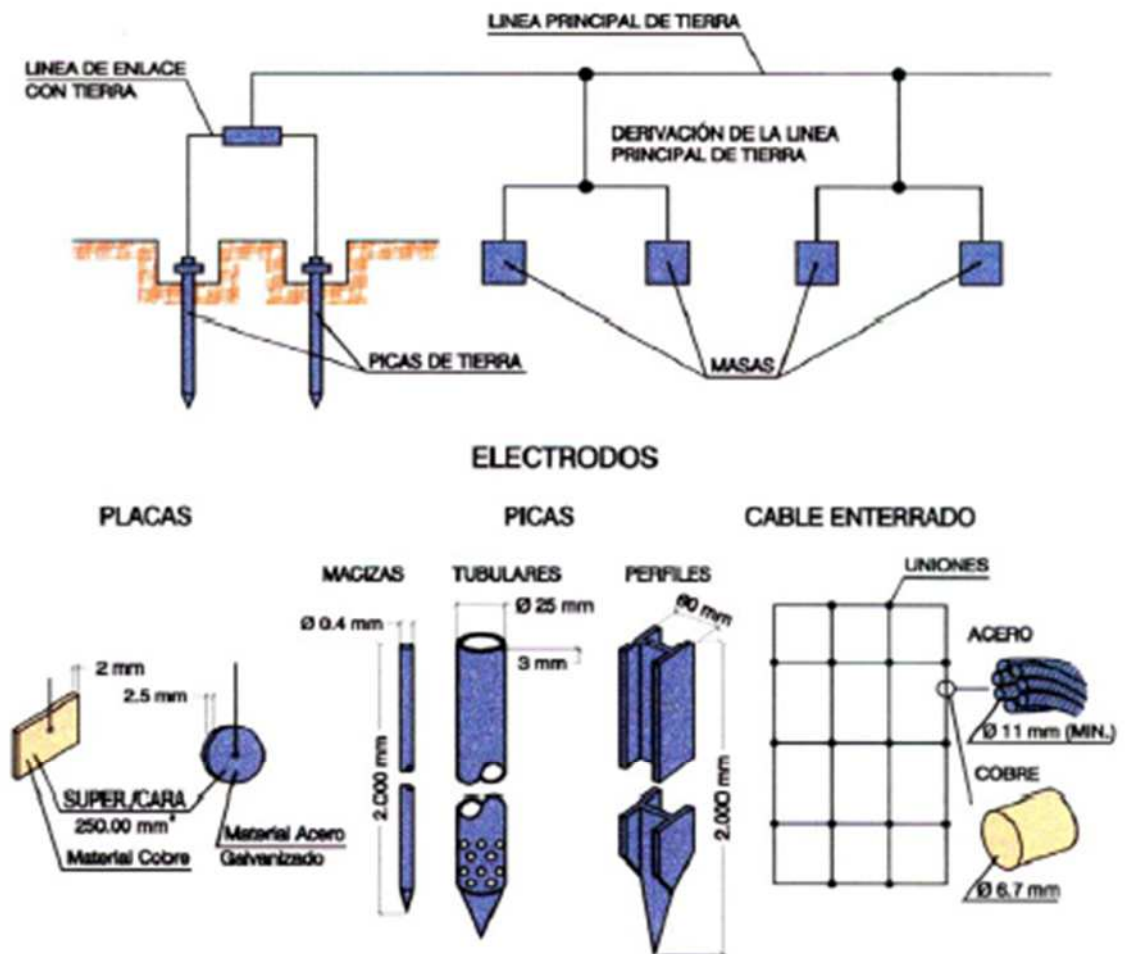


TABLA I

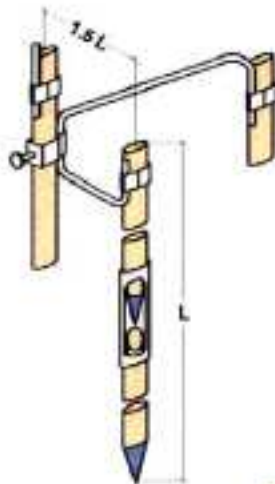
Electrodo	Resistencia de tierra, en Ohm
Placa enterrada	$R = 0.8 \frac{Q}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{Q}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2Q}{L}$
Q, resistividad del terreno (Ohm-m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

La resistencia de tierra debe de ser de tal valor, que la corriente de fuga no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a: 24 v. para locales conductores, 50 v. para locales aislantes.

## 6.4.7 PUESTAS A TIERRA II

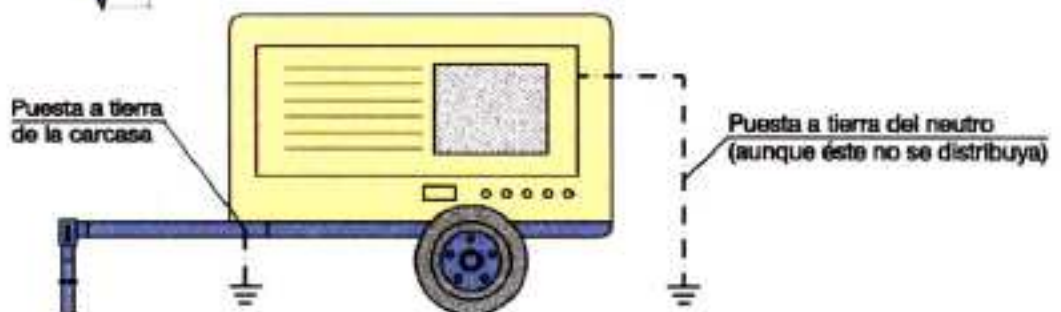
TABLA II

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm - m
Terrenos pantanosos .....	de algunas unidades a 30
Limo .....	20 a 100
Humus .....	10 a 50
Turba húmeda .....	5 a 100
Arcilla plástica .....	50
Margas y arcillas compactas .....	100 a 200
Margas del jurásico .....	30 a 40
Arena arcillosa .....	50 a 500
Arena silíceas .....	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped .....	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo .....	1.500 a 3.000
Calizas blandas .....	100 a 300
Calizas compactas .....	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas .....	500 a 1.000
Pizarras .....	50 a 300
Roca de mica y cuarzo .....	800
Granito y gres procedentes de alteración .....	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados .....	100 a 600

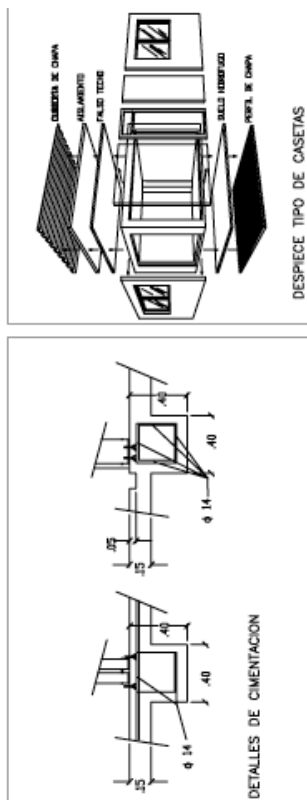
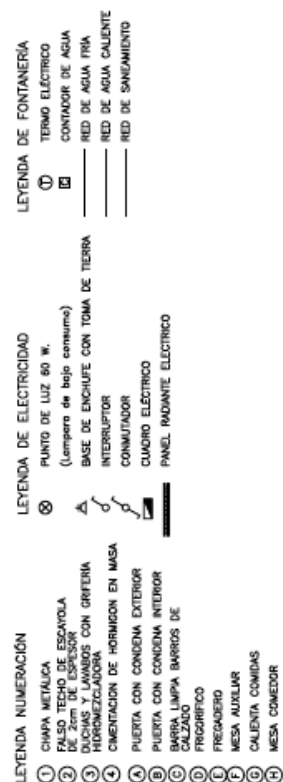
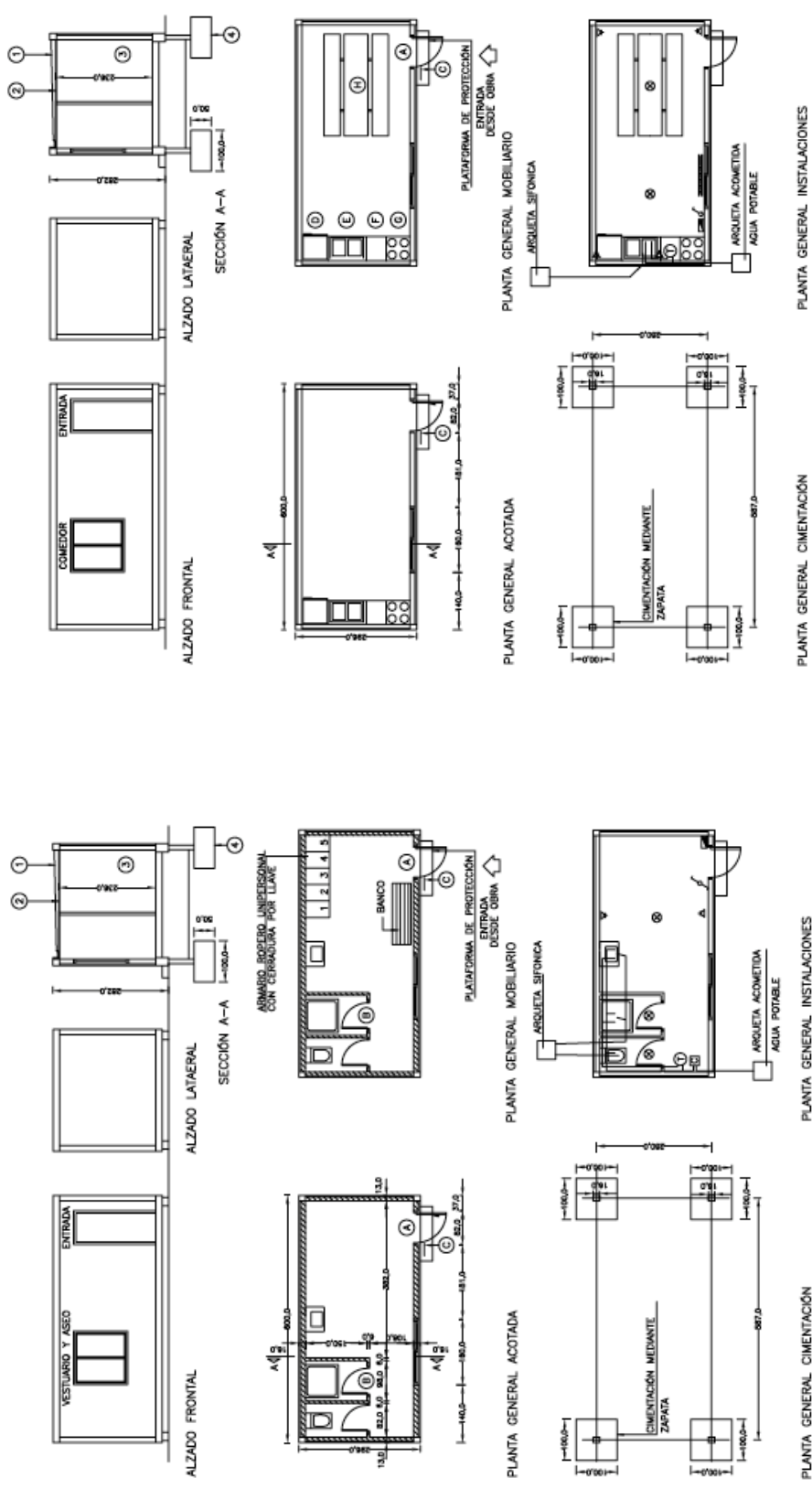
ELECTRODOS EN PARALELO

Cuando el subsuelo no puede ser penetrado o presenta una resistividad superior a la superficial, se puede disminuir la resistencia clavando dos o más picas en paralelo.

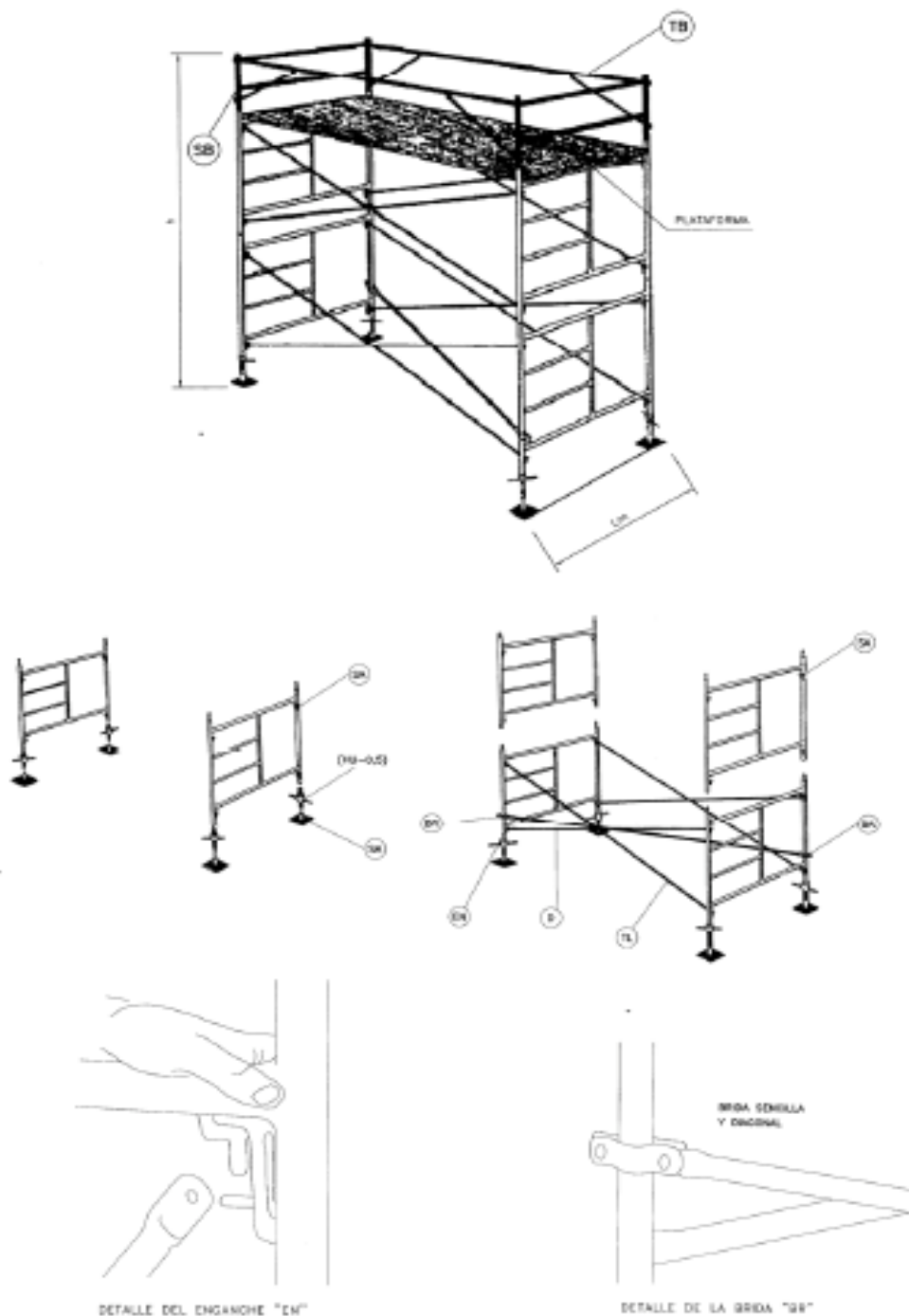
- 2 picas de tierra reducen la resistencia al 60% de la obtenida con una sola.
- 3 picas de tierra reducen la resistencia al 45% de la obtenida con una sola.
- 4 picas de tierra reducen la resistencia al 33% de la obtenida con una sola.

GRUPO ELECTRÓGENO

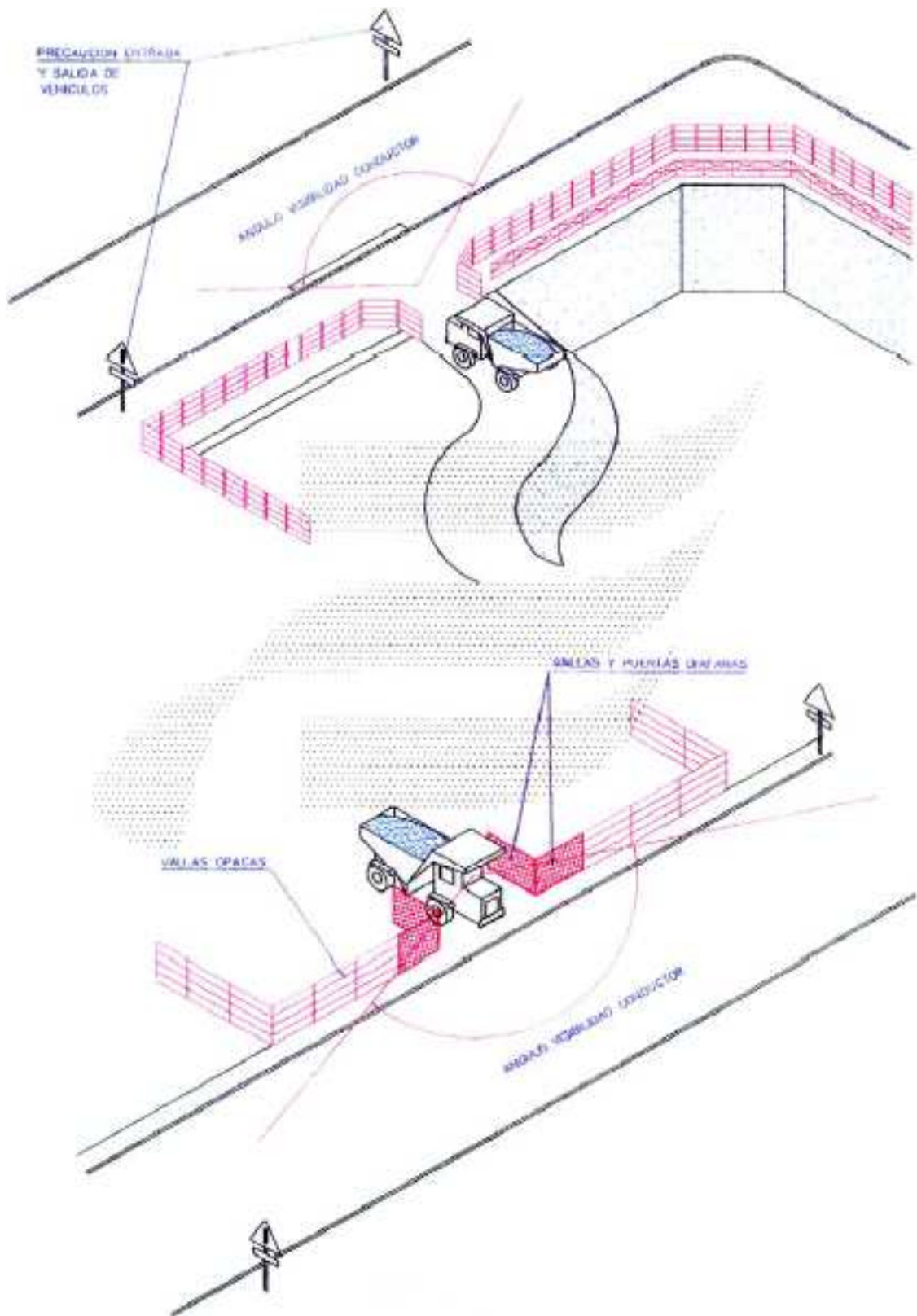
## 6.4.8 CASETAS PREFABRICADAS (ASEO, COMEDOR Y VESTUARIOS I)



## 6.4.9 MEDIOS AUXILIARES ANDAMIOS



## 6.4.10 ZONA DE VALLADO EN OBRA





## 6.4.11 CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRA I

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga.



2 Levantar el aglón o pluma.



3 Levantar la carga lentamente.



4 Levantar el aglón o pluma lentamente.



5 Levantar el aglón o pluma y bajar la carga.





6 Bajar la carga.



## 6.4.12 SEÑALES DE MANIOBRA II



## 6.4.13 SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
USO OBLIGATORIO DE CINTURON DE SEGURIDAD		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE CALZADO ANTIESTATICO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal






## 6.4.14 EL COLOR EN LA SEGURIDAD

## EL COLOR EN LA SEGURIDAD (II)

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACION
ROJO	PARADA PROHIBICION	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Señales de parada.</li> <li>* Señales de prohibicion.</li> <li>* Dispositivos de conexion de urgencia.</li> <li>* Localización y señalizacion contra incendios.</li> </ul>
AMARILLO	ATENCION ZONA DE PELIGRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Señales de parada.</li> <li>* Señales de prohibicion.</li> <li>* Dispositivos de conexion de urgencia.</li> </ul>
VERDE	SITUACION DE SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Señalización de pasillos de salidas de socorro.</li> </ul>
AZUL	OBLIGACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Obligacion de llevar equipo de proteccion personal.</li> </ul>













COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DE SIMBOLO
ROJO	BLANCO	NEGRO
AMARILLO	NEGRO	NEGRO
VERDE	BLANCO	BLANCO
AZUL	BLANCO	BLANCO

PARA EVITAR LOS INCÓVENIENTES DERNADOS DE LA DIFICULTAD QUE ALGUNAS PERSONAS TIENE PARA DISTINGUIR LOS COLORES, ESTOS SE COMPLEMENTAN CON FORMAS GEOMETRICAS.

FORMA GEOMETRICA DE LA SEÑAL	ESPECIFICACION
	OBLIGACION O PROHIBICION
	ADVERTENCIA DE PELIGRO
	INFORMACION

## 6.4.15 SEÑALES DE ADVERTENCIA

## SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja 1)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$











Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

## 6.4.16 SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

## SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
VELOCIDAD MAXIMA	40	NEGRO	AMARILLO	ROJO	
GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	BLANCO	
GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO		ROJO	AZUL	ROJO	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	

## 6.4.17 SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81500)



















SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

## 6.4.18 SEÑALES DE PELIGRO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA POR LA DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA POR LA IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
OBRAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PAVIMENTO DESLIZANTE		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CIRCULACION EN LOS DOS SENTIDOS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
DESPRENDIMIENTOS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PROYECCION DE GRAVILLA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESCALON LATERAL		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
OTROS PELIGROS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	












## 6.4.19 SEÑALES DE INDICACIÓN

## SEÑALES DE INDICACION (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PRESEÑALIZACION DE DIRECCIONES	<p>↑ CIUDAD</p> <p>CIUDAD →</p>	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	 
LONGITUD DEL TRAMO PELIGROSO O SUJETO A PRESCRIPCION	↑ Num. Km ↑	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
PANEL GENERICO CON LA INSCRIPCION QUE CORRESPONDA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

## 6.4.20 SEÑALES DE REGLAMETACIÓN Y PRIORIDAD

## SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO		ROJO NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PRIORIDAD RESPECTO AL SENTIDO CONTRARIO		ROJO BLANCO	AZUL	BLANCO	
ENTRADA PROHIBIDA		AMARILLO	ROJO	ROJO	
ENTRADA PROHIBIDA A VEHICULOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE PESO	<b>5,5t</b>	NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE ANCHURA	<b>2<sup>m</sup></b>	NEGRO	AMARILLO	ROJO	
LIMITACION DE ALTURA	<b>3,5m</b>	NEGRO	AMARILLO	ROJO	








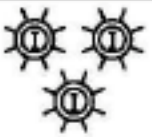






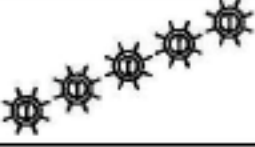






## 6.4.21 SEÑALES DE INDICACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SERIALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 a 2)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA DERECHA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
REDUCCION DE UN CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 a 1)		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESVO DE UN CARRIL POR LA CALZADA OPUESTA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESVO DE UN CARRIL POR LA CALZADA OPUESTA MANTENIENDO OTRO POR LAS OBRAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESVIOS DE LOS CARRILES POR CALZADA OPUESTA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	















## 6.4.22 ELEMENTOS LUMINOSOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEMAFORO (TRICOLOR)		ROJO AMBAR VERDE	ROJO AMBAR VERDE	NEGRO	
LUZ AMBAR INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	NEGRO	
LUZ AMBAR ALTERNATIVAMENTE INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
TRIPE LUZ AMBAR INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
DISCO LUMINOSO MANUAL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO LUMINOSO MANUAL DE STOP O PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	
LINEA DE LUCEZ AMARILLAS FIJAS		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
CASCADA LUMINOSA		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
LUZ AMARILLA FIJA		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
LUZ ROJA FIJA		ROJO	ROJO	ROJO	

## 6.4.23 SEÑALES DE ADVERTENCIA

## SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE ADVERTENCIA
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CADIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	















Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.



















## 6.4.24 SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

## SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja III)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
FIN DE PROHIBICIONES		NEGRO	BLANCO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	





## 6.4.25 SEÑALES DE PELIGRO

## SEÑALES DE PELIGRO (Hoja I)



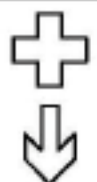






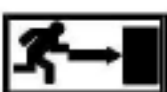


SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACIÓN
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEMAFOROS		ROJO AMBAR NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

## 6.4.26 SEÑALES MANUALES

## SEÑALES MANUALES

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
BANDERA ROJA		ROJO	ROJO	ROJO	
DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO DE STOP DE PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	

## 6.4.27 SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SERIAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

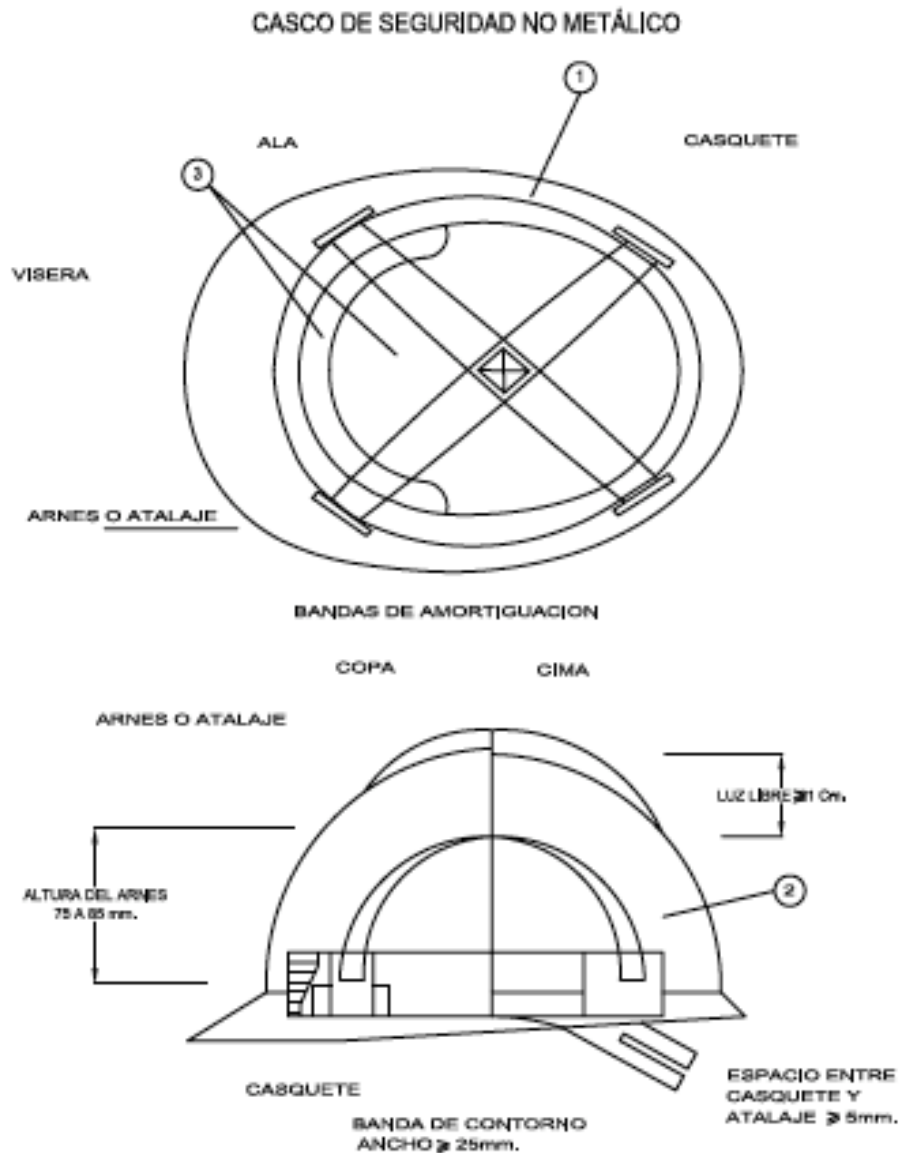
Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y SD la superficie en metros de la señal.

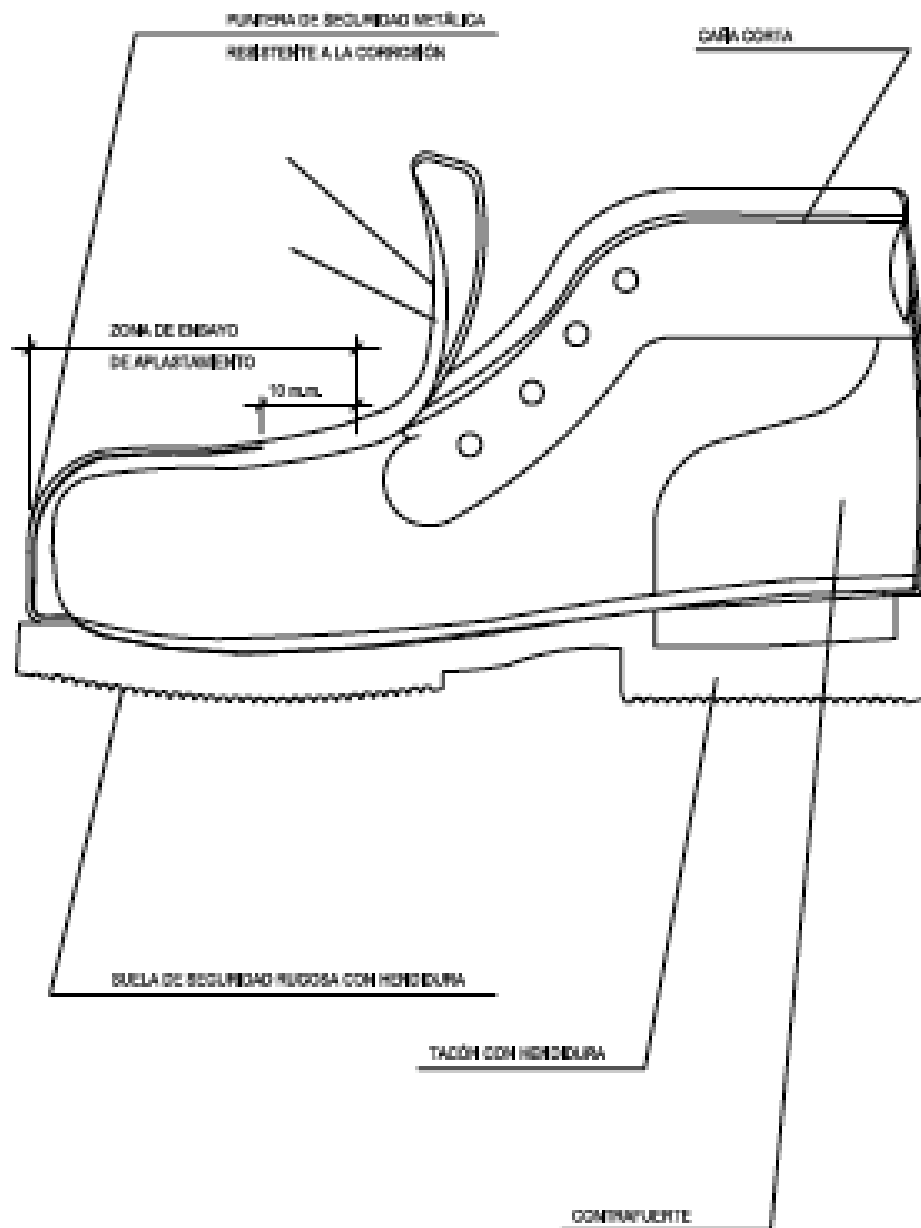
## 6.4.28 PROTECCIONES INDIVIDUALES

### 6.4.28.1 CASCO DE SEGURIDAD



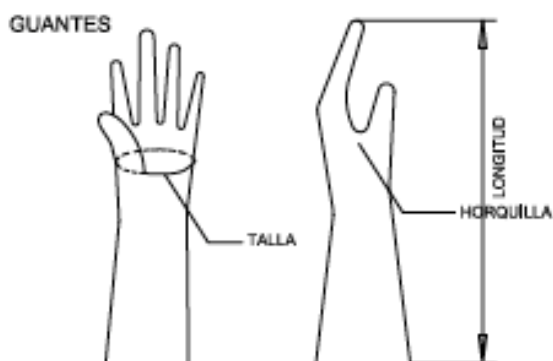
- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② CLASE M AISLANTE A 1000 v. CLASE E-AT AISLANTE A 25000 v.
- ③ MATERIAL NO RÍGIDO, HIDROFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

### 6.4.28.2 BOTA DE SEGURIDAD CLASE III





## 6.4.28.3 . GUANTES Y PROTECTOR AUDITIVO



CLASE	USO DIRECTO SOBRE INSTALACIONES	EMPLEO EN MANIOBRAS DE A.T.
I	V <sub>g</sub> 430 V	•
II	V <sub>g</sub> 100 V	•
III	•	V <sub>g</sub> 20000 V
IV	•	V <sub>g</sub> 30000 V

PARA CADA CLASE, LOS GUANTES AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD SE DIVIDEN, SEGUN SU LONGITUD EN:

GUANTE CORTO (C): LONGITUD < 320 mm  
 GUANTE NORMAL (N): LONGITUD ENTRE 230 Y 430 mm  
 GUANTE LARGO (L): LONGITUD > 430 mm



DEFINEN DE UNA FORMA GENERICA LOS DISTINTOS EQUIPOS DE PROTECCION AUDITIVA:

-TAPON AUDITIVO: PROTECTOR QUE SE EMPLEA INSERTO EN EL CONDUCTO AUDITIVO EXTERNO  
 -OREJERA: PROTECTOR AUDITIVO QUE CONSTA DE: DOS CASQUETES, QUE SE AJUSTAN CONVENIENTEMENTE A CADA LADO DE LA CABEZA POR MEDIO DE ELEMENTOS ALMOHADILLADOS, QUEDANDO EL PABELLON EXTERNO DE LOS OIDOS EN EL INTERIOR DE LOS MISMOS  
 -CASCO ANTIRUIDO: ELEMENTO, QUE ACTUANDO COMO PROTECTOR AUDITIVO CUBRE PARTE DE LA CABEZA, ADEMAS DEL PABELLON EXTERNO DEL OIDO.

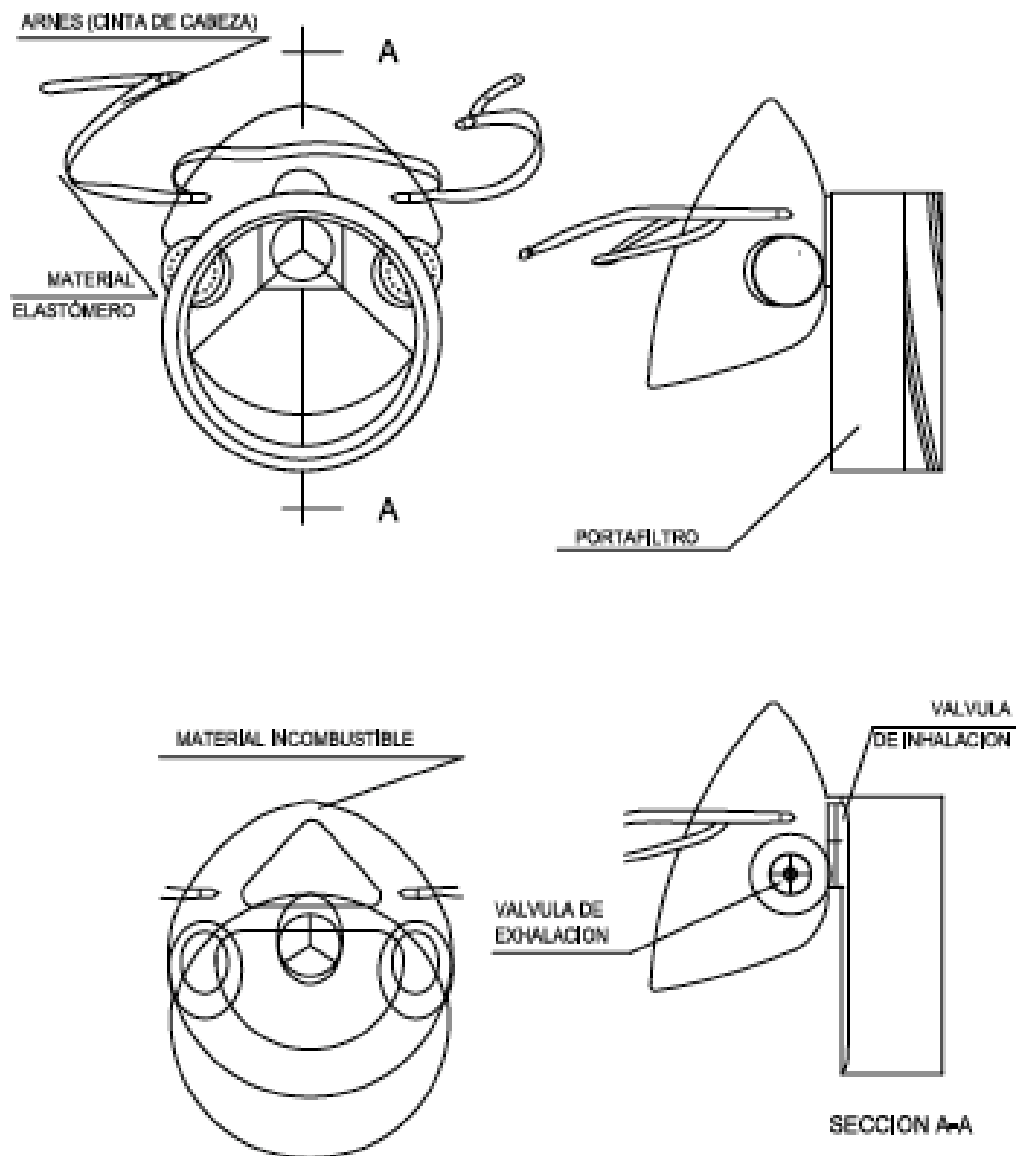
CLASIFICACION:  
 SEGUN LA ATENUACION ESTIMADA EN DECIBELIOS (dB), CADA TIPO DE EQUIPOS DE PROTECCION AUDITIVA SE CLASIFICA EN LAS SIGUIENTES CLASES:

CLASE ATENUACION (EN dB)	FRECUENCIA (Hz)		
	BAJA 125/250	MEDIA 500/4000	ALTA 6000/8000
A	10	35	30
B	5/10	35	17/30
C	7	25	25
D	5/7	25	17/25
E	5	20	17

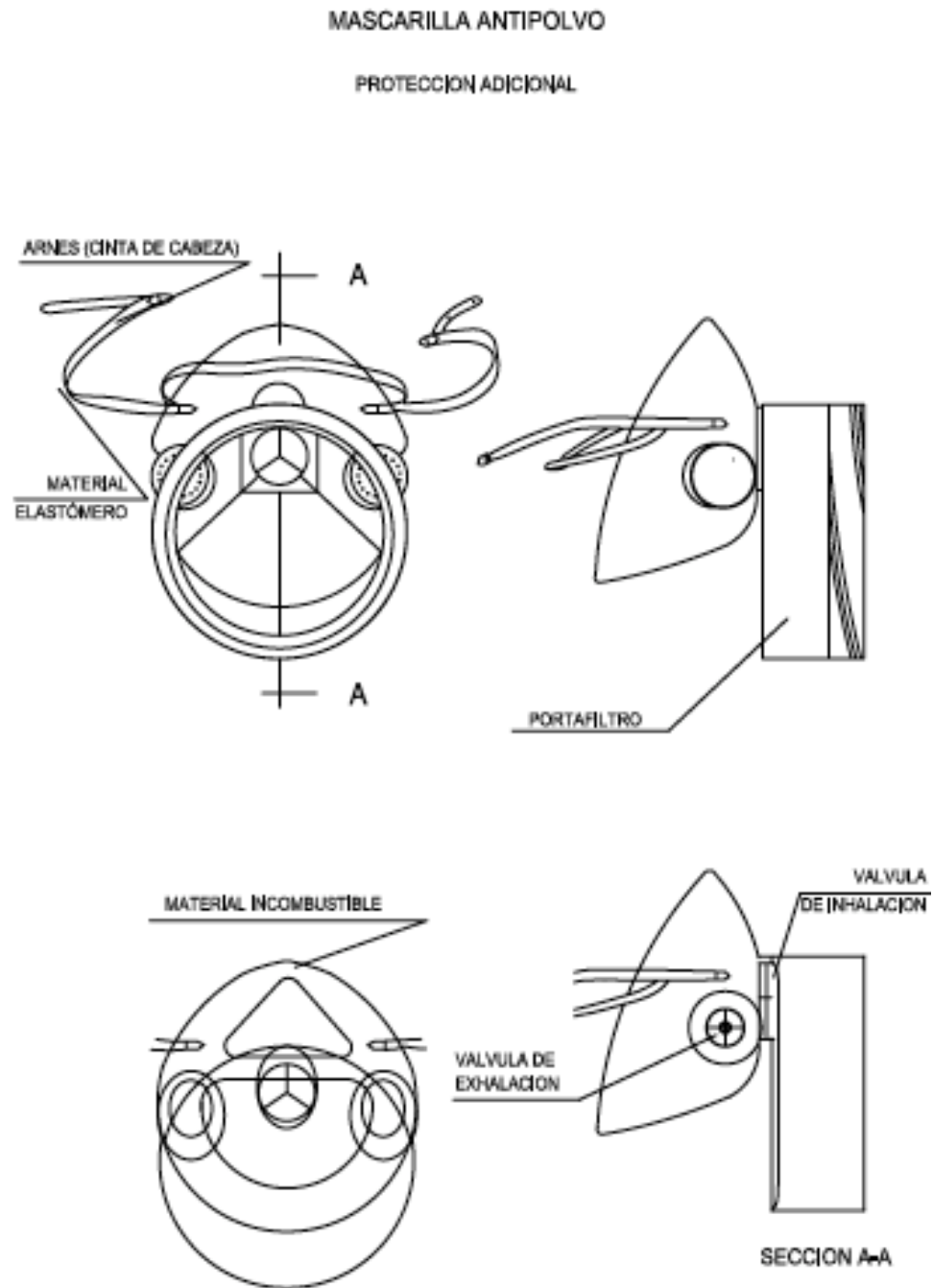
#### 6.4.28.4 . MASCARILLA ANTIPOLVO I

##### MASCARILLA ANTIPOLVO

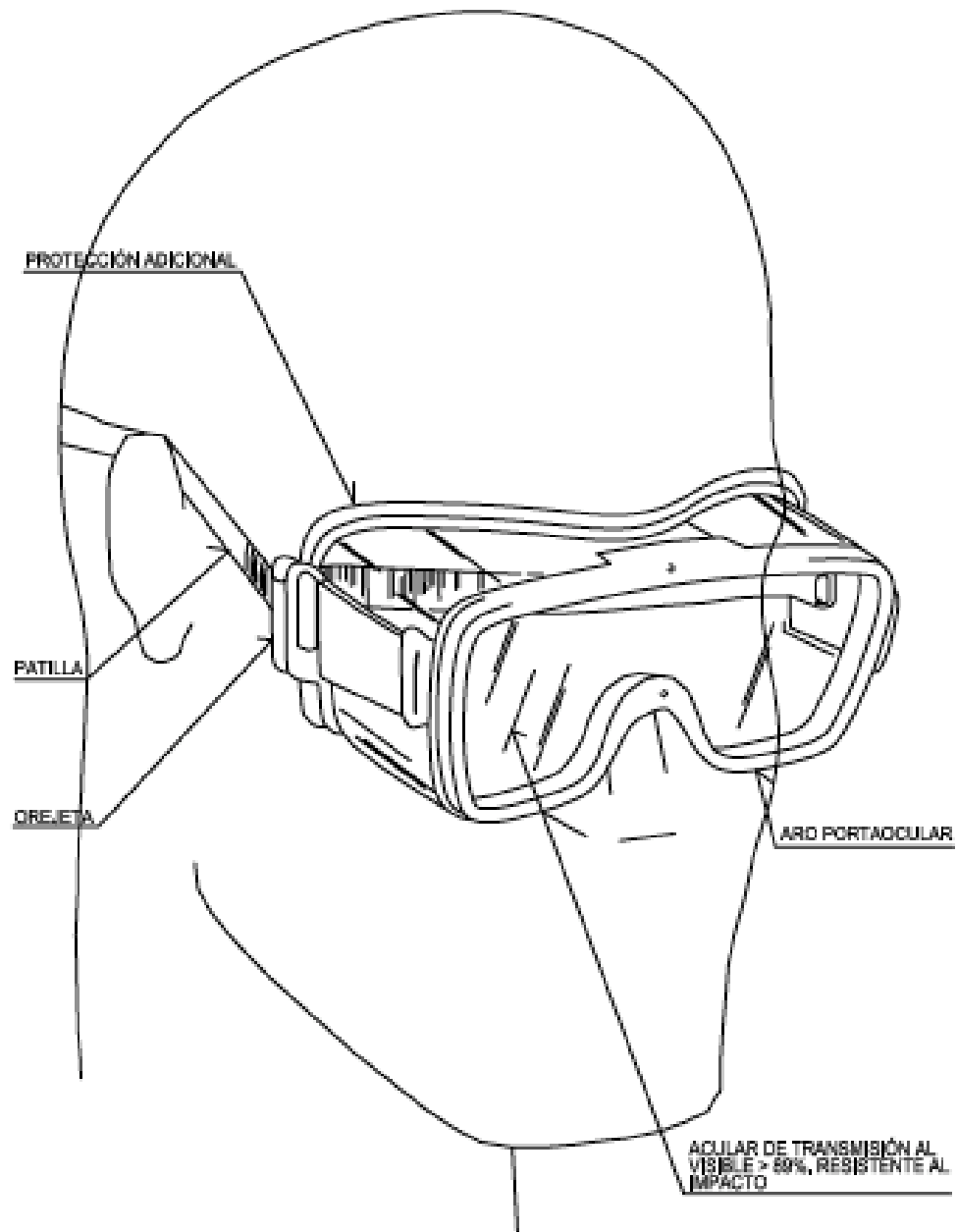
##### PROTECCION ADICIONAL



## 6.4.28.5 MASCARILLA ANTIPOLVO II

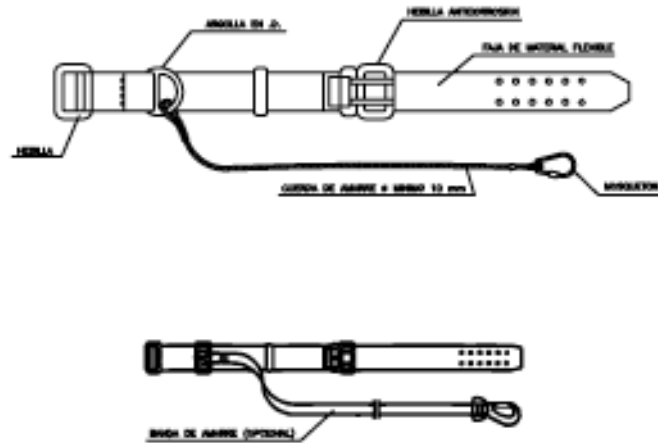


#### 6.4.28.6 . GAFAS CONTRA IMPACTOS

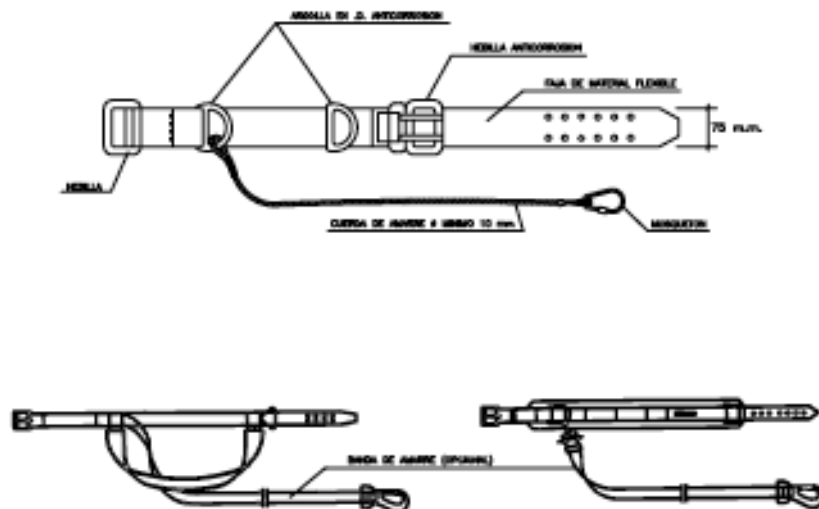


## 6.4.28.7 . CINTURÓN DE SEGURIDAD

TIPO 1



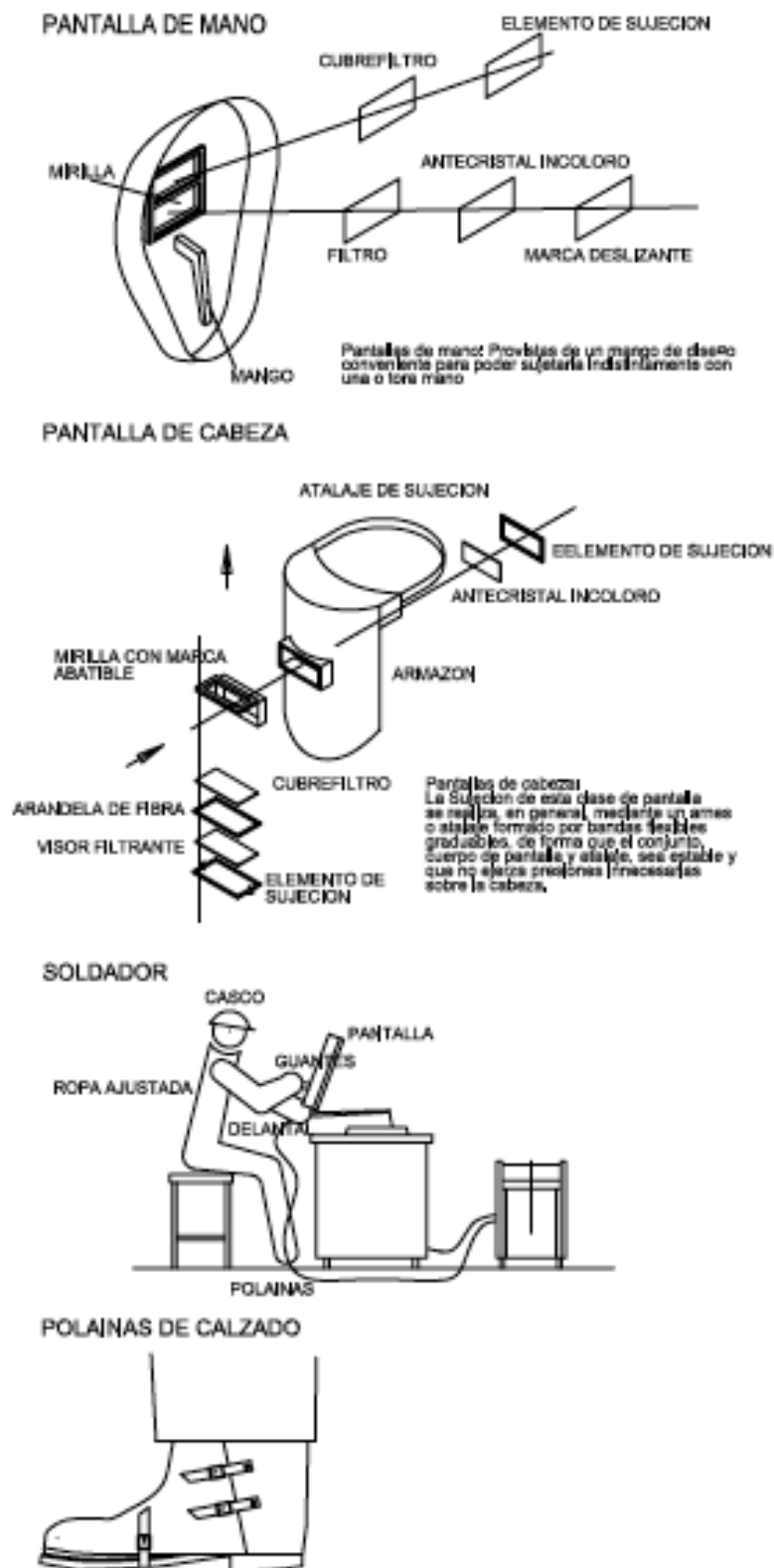
TIPO 2



NORMA TECNICA REGLAMENTARIA MT-13

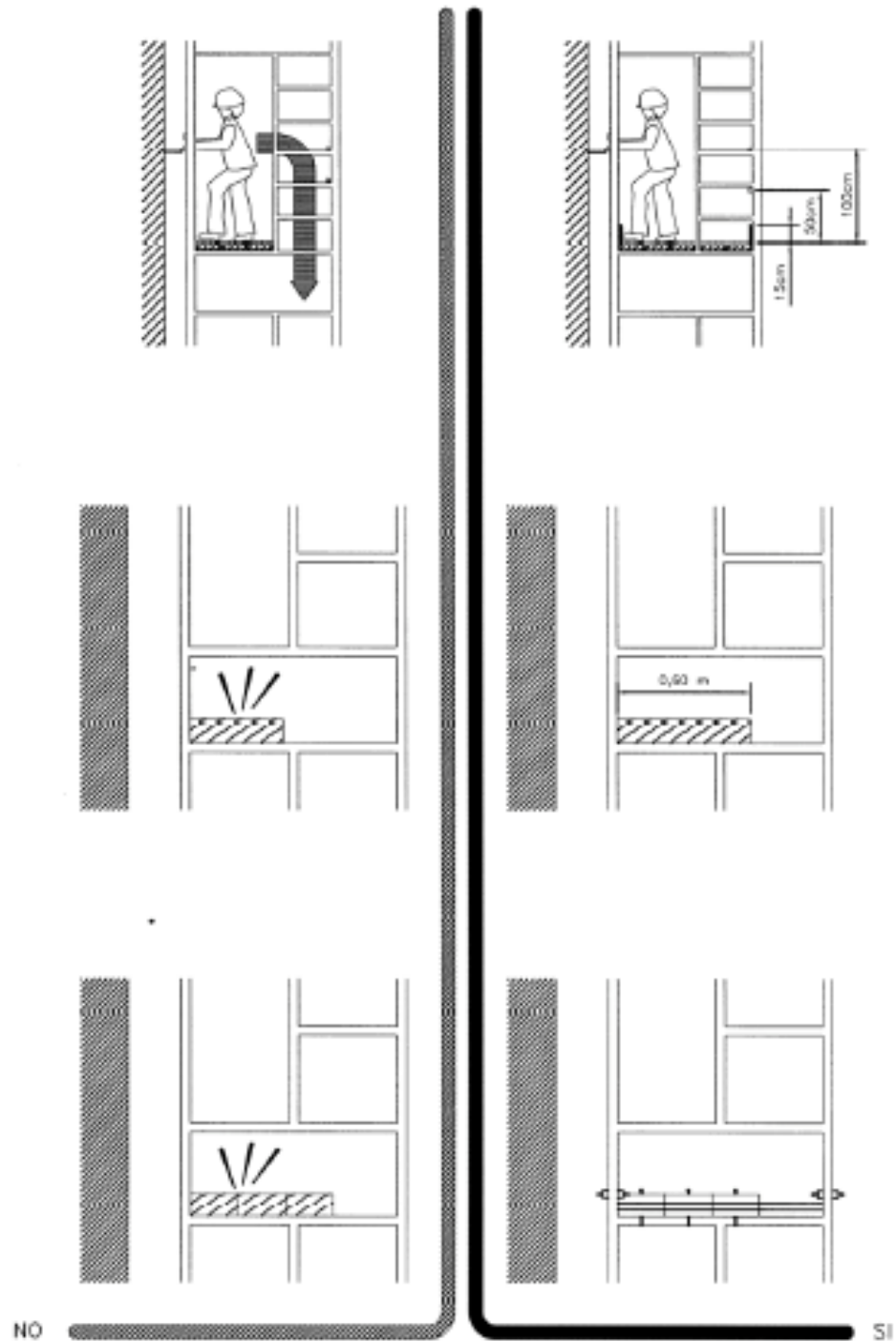
CINTURON DE SEGURIDAD  
DE SUJECION  
CLASE "A"

## 6.4.28.8 PROTECCIONES PARA SOLDADURA

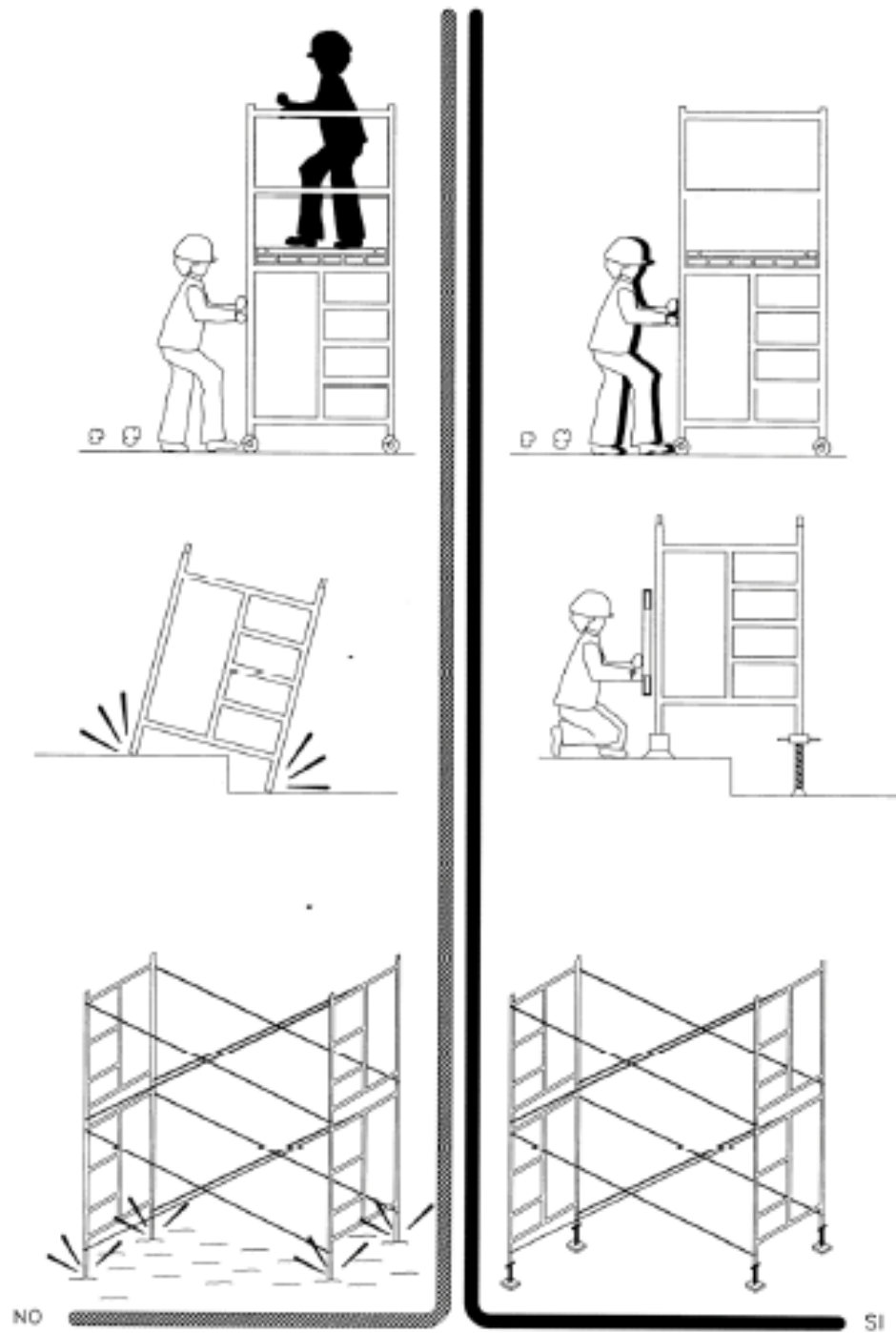


## 6.4.29 NORMAS DE SEGURIDAD

### 6.4.29.1 ANDAMIOS I

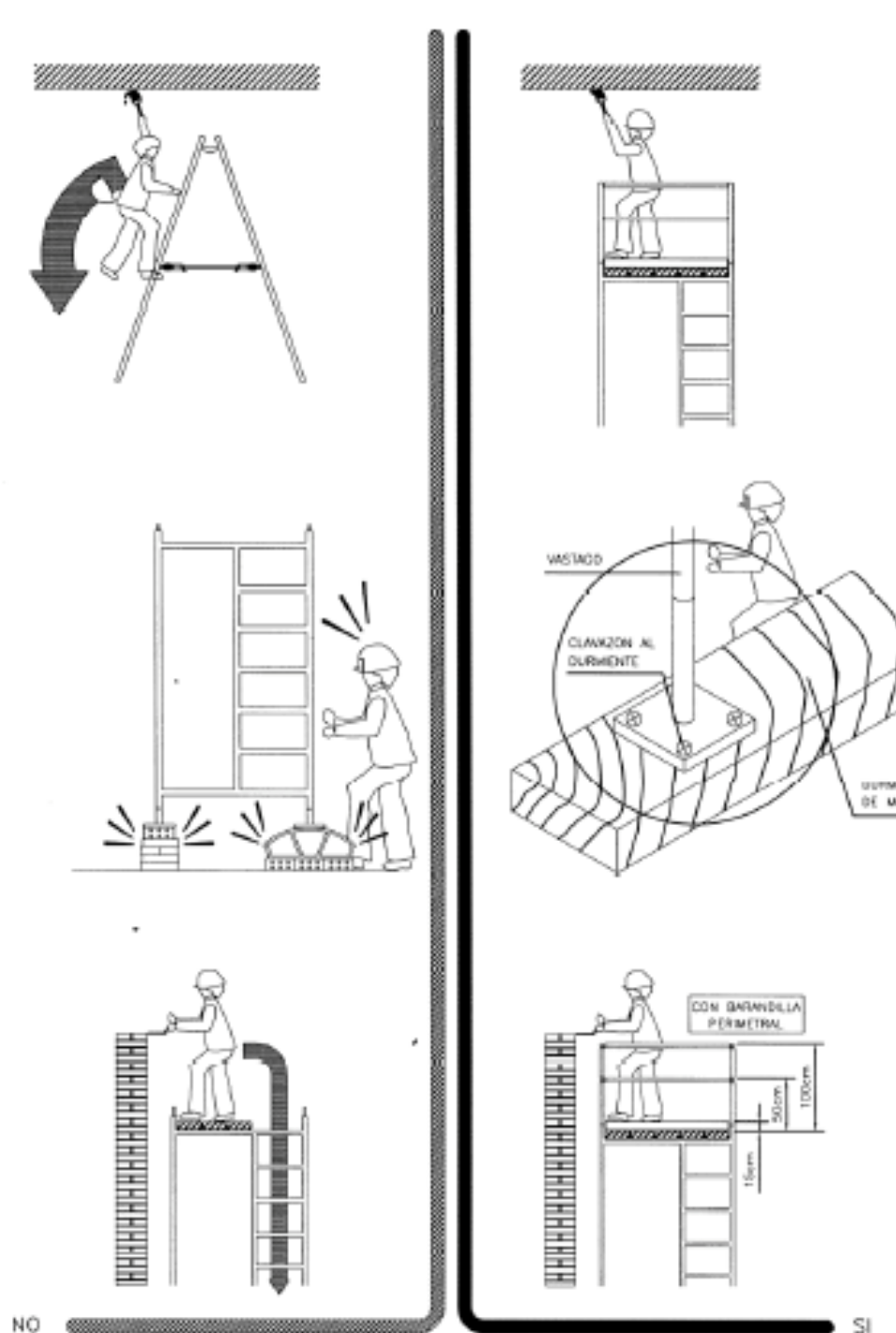


## 6.4.29.2 ANDAMIOS

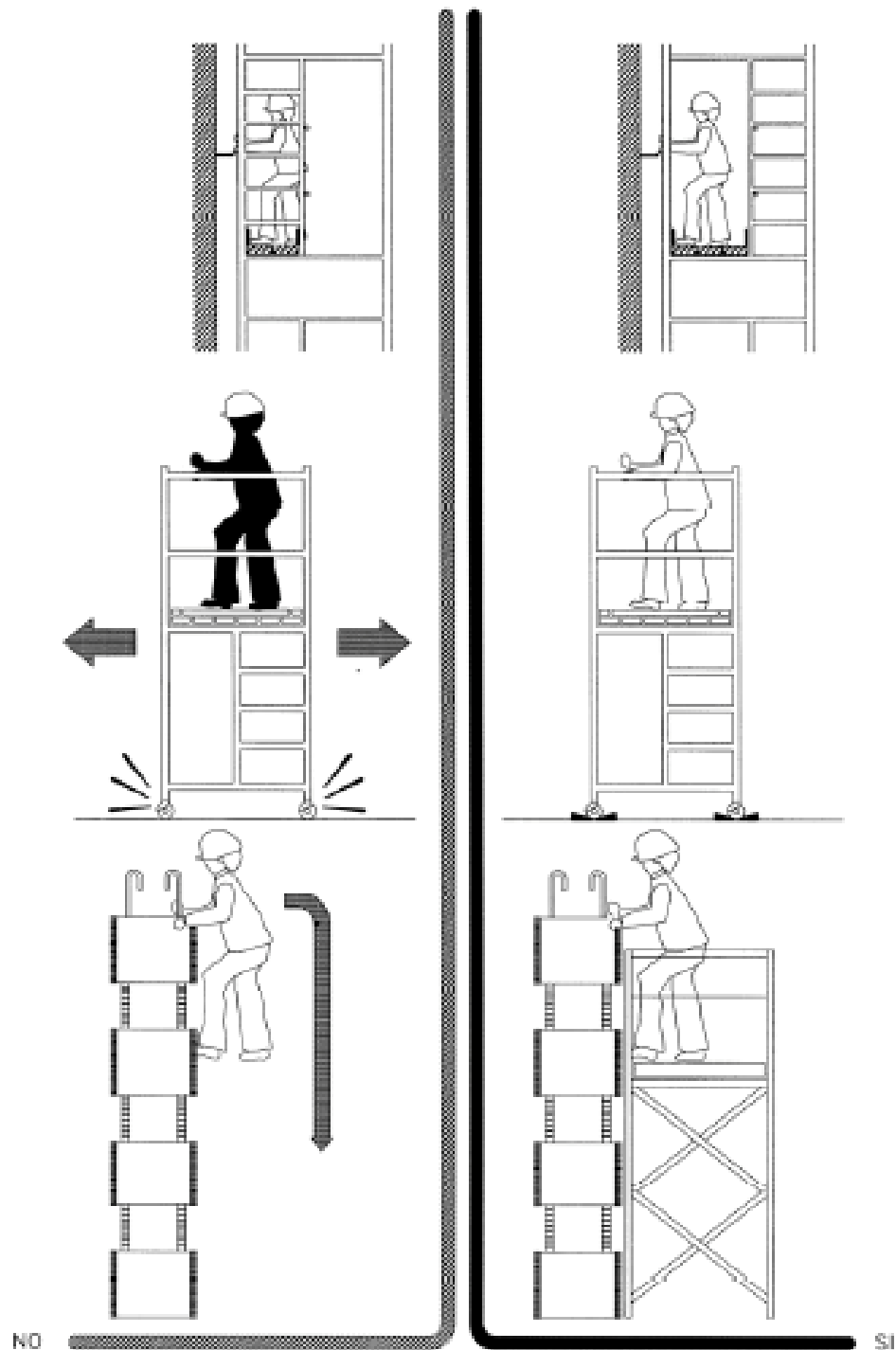




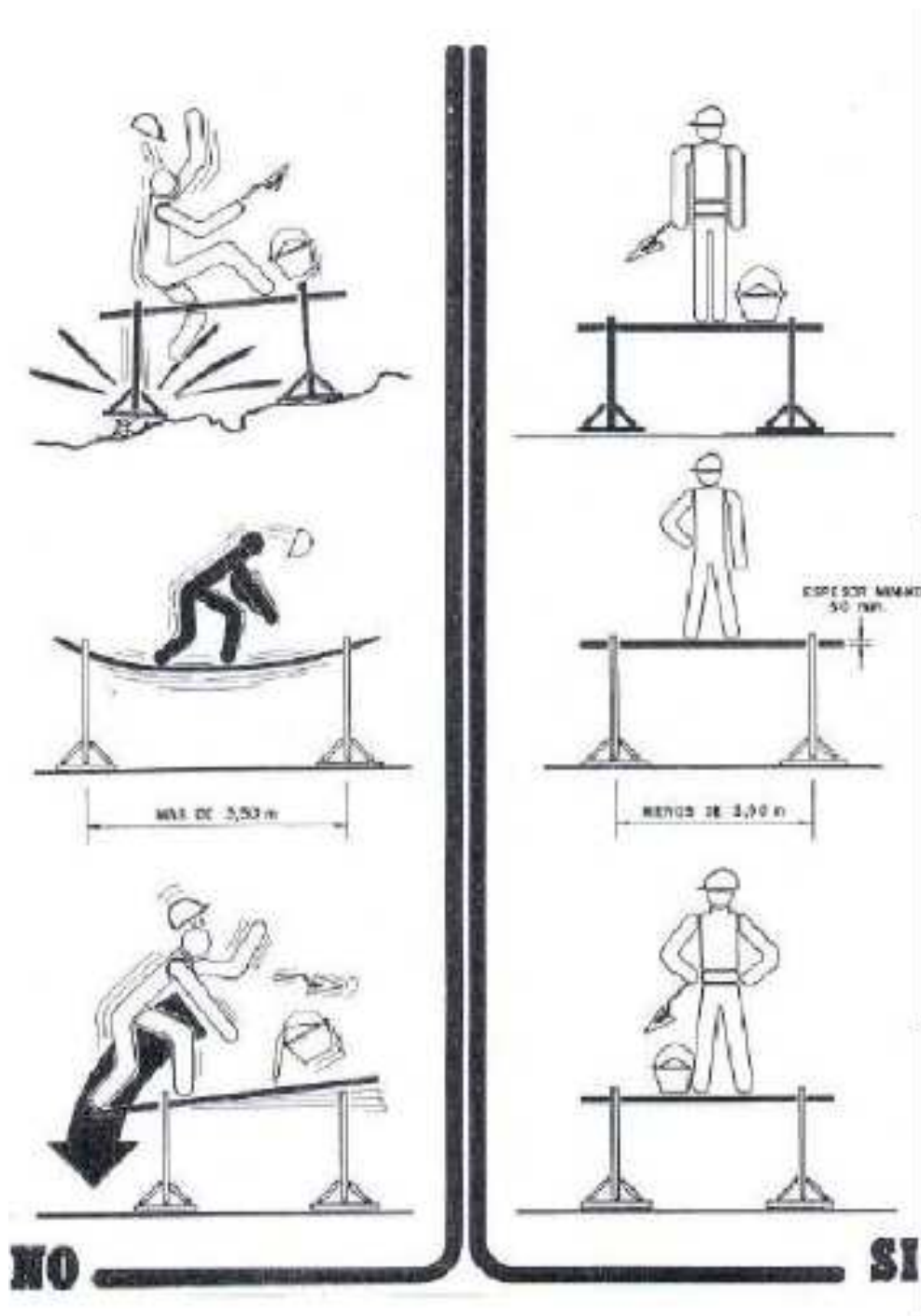
## 6.4.29.3 ANDAMIOS



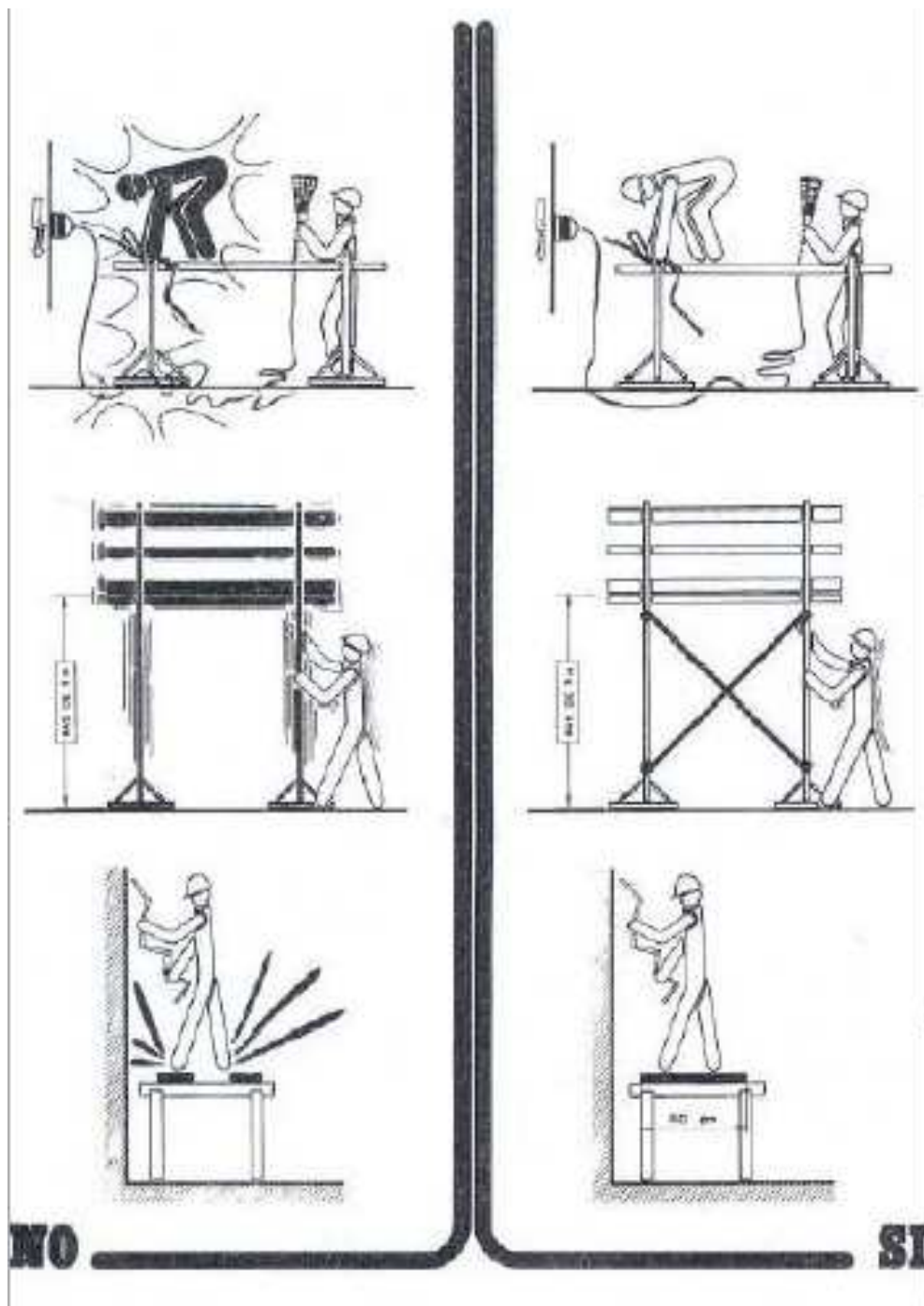
#### 6.4.29.4 ANDAMIOS



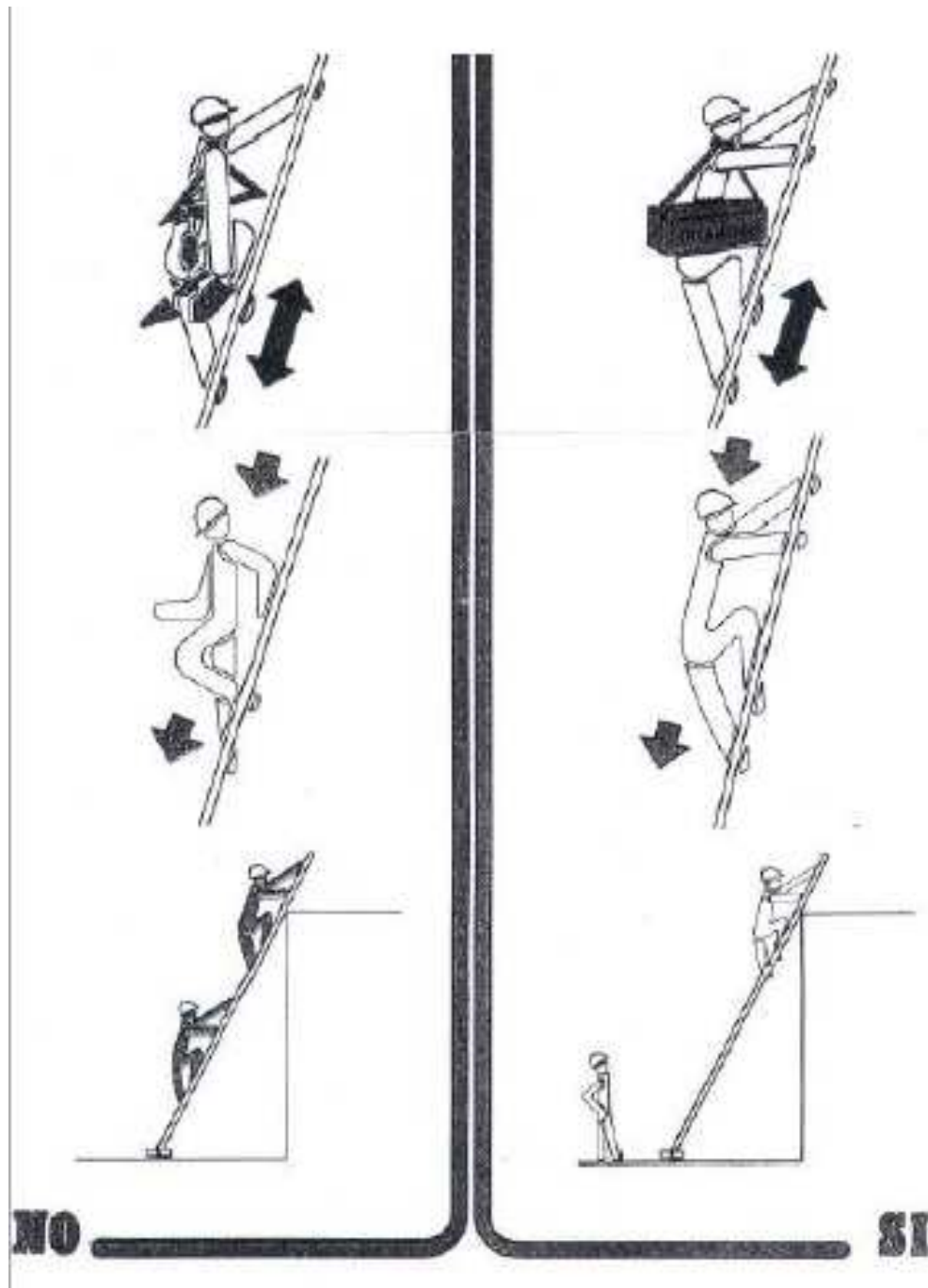
## 6.4.29.5 ANDAMIOS



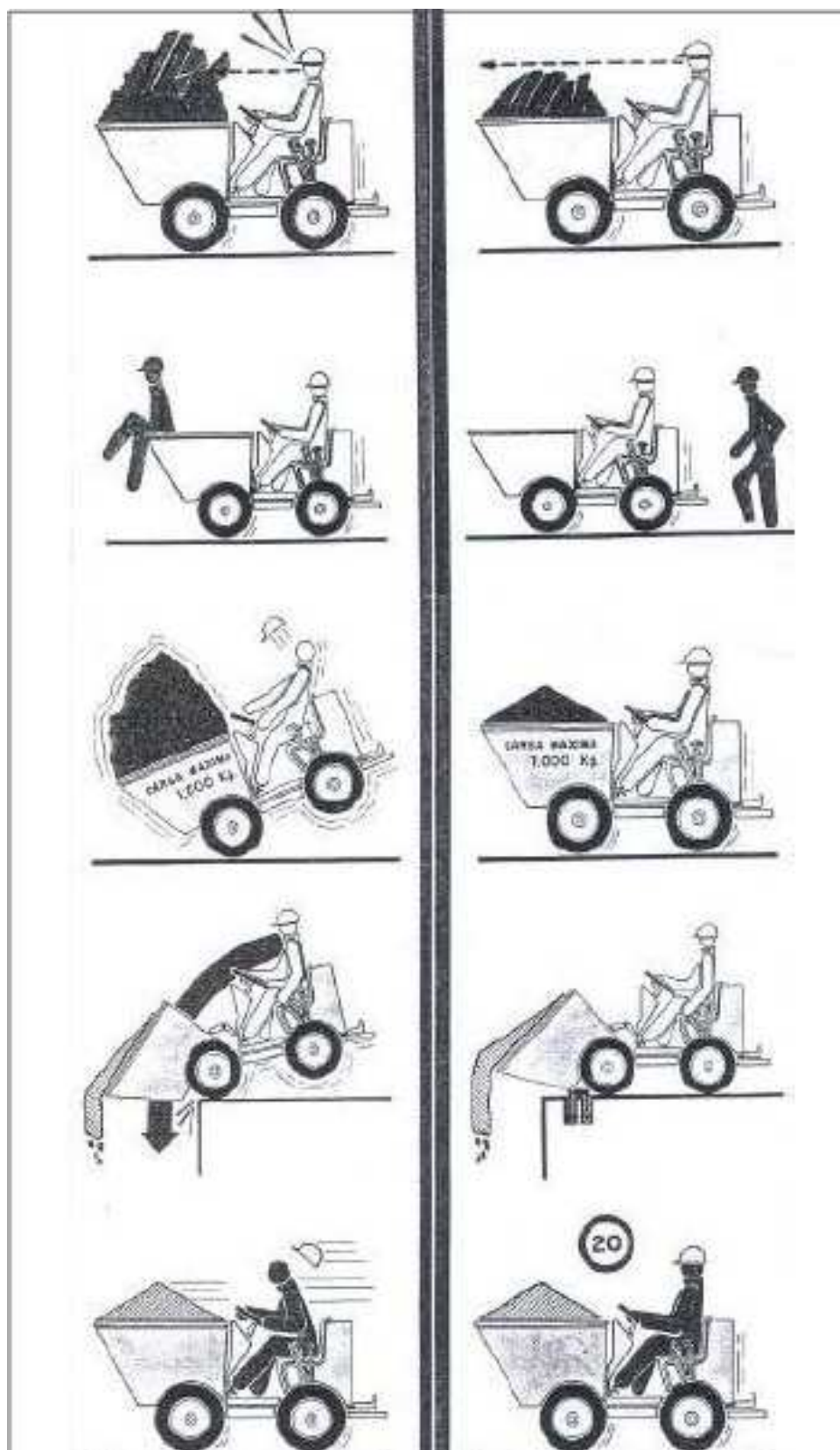
6.4.29.6 ANDAMIOS



## 6.4.29.7 ESCALERAS DE MANO



# 6.4.29.8 PRECAUCIONES CON LA MAQUINARIA





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

## Documento N°7: Bibliografía

Estefanía Pezonaga Nicasio

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Septiembre de 2013



Para la realización del presente proyecto, los reglamentos, normativas, libros y catálogos utilizados son:

-Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobada por el consejo de ministros, reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE Nº224 de fecha 8 de Septiembre de 2002.

- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Baja Tensión (instrucciones ITC-BT)

- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.

- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.

- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.

- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas Tecnológicas de la edificación. Ed. Paraninfo 1996. José Carlos Toledano.

- Instalaciones eléctricas. Tomos I, II, III. Ed. Siemens Aktiengesellschaft 1989. Günter G. Seip.

- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.

- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Ramirez Vázquez.

- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.

- Canalizaciones, Materiales de alta y baja tensión y Centrales. Paul Hering  
Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial



- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Unesa.
- Dibujo eléctrico: Esquemas de instalaciones eléctricas en Baja Tensión. José Javier Crespo Ganuza.
- Normas particulares de Iberdrola:
- MT 2.03.98-II: Instalaciones centros de transformación.
- MT 2.11.05: Centro de transformación intemperie compacto
- MTDYC 2.11.30: Criterios de diseño de puesta a tierra de los centros de transformación.
- MTDYC 2.13.22: Ejecución de instalaciones montaje de centros de transformación de tipo intemperie.
- NI 72.30.00: Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribuir en baja tensión.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8/11/95)
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 de 7/1/97)
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo (R.D. 485/97 de 14/4/97)
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/97 de 14/4/97)
- Apuntes Universidad Pública de Navarra.

## 7.2 PÁGINAS WEB

Las páginas web consultadas son:

- UNESA. (Normativa)  
<http://www.unesa.es>
- IBERDROLA. (Normativa)  
<http://www.iberdrola.es>
- PRYSMIAN. Conductores  
<http://www.prysmian.es>
- ORMAZÁBAL. (Centro de transformación, celdas y sus bloques para AUTOCAD)  
<http://www.ormazabal.com>
- MERLIN GUERIN. (Interruptores automáticos y diferenciales)  
<http://www.schneiderelectric.es>
- KLK ELECTRO MATERIALES. (Picas de puesta a tierra)  
<http://www.klk.es>
- INDUSTRIAS ARRUTI S.A. (Accesorios de Puesta a Tierra)  
<http://www.arruti.com>
- PHILIPS. (Información de lámparas)  
<http://www.eurlighting.philips.com>  
[http://www.ecat.lighting.philips.es/l/luminarias-de-interior/montaje-adosado/smartform-led-bcs460/910504077603\\_eu](http://www.ecat.lighting.philips.es/l/luminarias-de-interior/montaje-adosado/smartform-led-bcs460/910504077603_eu)
- LEDBOX. (Información LED y lámparas LED)  
<http://www.ledbox.es>
- LEGRAND. (Tomas de corriente y lámparas LED)  
<http://www.legrandelectric.com>
- UNILED. (Lámparas LED emergencia)  
<http://www.uniled.es>
- ETAP. (Lámparas LED emergencia)  
<http://www.etaplighting.com>

---

Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial

- HIMEL. (Armarios metálicos)  
<http://www.himel.es>
- TUBIFOR. (Tubos PVC en canalización de conductores)  
<http://www.directindustry.com>
- FIBEX. (Tubos XLPE en canalización de conductores)  
<http://www.directindustry.com>
- AEMSA-REJINORMA. (Bandeja galvanizada mallada y soportes de esta)  
<http://www.aemsa.es>.
- BATERÍAS DE CONDENSADORES. (Batería de condensadores)  
<http://www.generadorprecios.cype.es>
- AUTOCAD. (Bloques planos)  
<http://bloquesautocad.es>  
<http://www.portalbloques.com/bloques/instalaciones/electricidad/electricidad.htm>
- DIALUX  
<http://www.dial.de/DIAL/es/>